

LA CARRERA DE VELOCIDAD EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

THE SPRINT IN PERSONS WITH VISUALLY IMPAIRED

Miguel Ángel Torralba¹, José María Padullés², Marcelo Braz Vieira³ y Helena Olson⁴

¹**Miguel Ángel Torralba.** Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor titular de la Universidad de Barcelona. torralba@ub.edu

²**José María Padullés.** Doctor por la Universidad de Barcelona. Profesor titular del INEFC-Barcelona. jpadulles@gencat.cat

³**Marcelo Braz Vieira.** Doctorando en Actividad Física, Educación Física y Deporte en la Universidad de Barcelona. marcelobraz@ub.edu

⁴**Helena Olson.** Licenciada en Ciencias de la Actividad Física. Profesora asociada de la Universidad de Barcelona. helenajosefinolsson@hotmail.com

Código UNESCO: 240604 Biomecánica

Clasificación Consejo de Europa: 3 Biomecánica

FINANCIACIÓN

Este estudio conto con la financiación de la Universidad de Barcelona y el Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC).

Recibido el: 1/9/2014

Aceptado el: 16/12/2014

PALABRAS CLAVE:

Discapacidad visual, Deporte paralímpico, Atletismo, Carreras de velocidad, Cinemática de la carrera

RESUMEN

El presente estudio buscó identificar las diferencias que se observan en las carreras de velocidad realizadas por atletas con discapacidad visual. Para ello se recogieron los datos de 39 atletas ciegos de 24 países que participaron en los 100 metros de los Juegos Paralímpicos en Beijing 2008. Los datos extraídos permiten valorar el tiempo de carrera(s), velocidad media (m/s), número de pasos, frecuencia media (Hz), tiempo medio de paso(s) y amplitud media de paso (m), realizando un estudio comparativo con personas sin discapacidad. Se recogieron las grabaciones del Centro de audiovisuales del Comité Paralímpico en Beijing (DVD), siendo los datos tratados con el paquete estadístico SPSS (21.0). Entre los resultados, destacar la importancia que tienen la longitud de paso y la frecuencia, donde los atletas ciegos muestran un resultado inferior en el primer parámetro, resaltando como muy positivo la casi nula diferencia existente en la reacción de la salida de tacos.

KEY WORDS:

Visually impaired, Paralympic Sport, Athletics. Sprint race, Kinematic of the race

ABSTRACT

The present study aimed to identify differences observed in the sprints races performed by visually impaired athletes. Data were collected from 39 blind athletes from 24 countries participated in the 100 meters Paralympic Games in Beijing 2008. The extracted data allow to assess race time (s), average speed (m/s), number of steps, average frequency (Hz), mean of step time (s) and mean of the step amplitude (m), making a comparative study with non-disabled. Recordings of the audio-visual center of Beijing Paralympic Committee (DVD) were collected, and data was processed with SPSS (21.0). Among the results, highlight the importance of stride length and frequency, where the blind athletes show lower results in the first parameter, highlighting a very positive almost no difference in the reaction of output blocks.

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud indica que la prevalencia de ceguera es diferente en cada país, siendo la mayor en el Sureste Asiático con más de 11 millones de personas afectadas. En los países en vías del desarrollo representan el 90% de la prevalencia de la ceguera en el mundo, mientras las tasas de la ceguera representan solamente el 0,33% en los países europeos ^(1, 2).

Las personas con discapacidad visual y principalmente con ceguera tienen un *hándicap* que es la falta de visión. El movimiento es uno de los medios que inicialmente permite al discapacitado visual entrar en contacto con el medio, al tiempo que vive su cuerpo en la medida que éste interactúa en ese medio. El movimiento es un apoyo más en la consecución del conocimiento y dominio del espacio que nos rodea, y específicamente en las personas con discapacidad permite abordar su integración en nuestra sociedad y por ende en el mundo deportivo, facilitándole un mejor desarrollo fisiológico, confianza en sí mismo, deseo de auto superación e integración en el contexto social y en suma, una mejora en la calidad de vida.

El atletismo es una herramienta importantísima que cumple con estos objetivos, por lo que las actividades atléticas que se realizan en los Juegos Paralímpicos (JJPP) son una muestra muy interesante a estudiar.

El atletismo está insertado en el deporte paralímpico desde que este nació con la figura del neurólogo

Ludwig Guttmann (1899-1980), el "Coubertein" del deporte Paralímpico, padre e impulsor del deporte como forma de rehabilitación en las personas con discapacidad. En 1952 se cumplió el sueño de Guttmann y de muchos deportistas, al realizar los I Juegos Internacionales de Stoke Mandeville, y en 1960 los primeros JJPP, celebrados en Roma y coincidiendo con los Juegos Olímpicos. El crecimiento del movimiento paralímpico fue exponencial, llegando a los más de 4.000 atletas en Beijing 2008 y 5.000 en Londres 2012, sedes de los últimos JJPP.

Estos deportistas practican deporte siguiendo los prototipos preestablecidos, si bien los deportes tienen que ser modificados en cuanto a material, reglamento y características de pruebas para que estas personas lo puedan practicar⁽³⁾. La característica más importante de la actividad atlética que realizan las personas ciegas y deficientes visuales graves es que éstos pueden ir guiados por un atleta vidente. Este guía va a proporcionar los mecanismos reglamentarios necesarios para que el atleta ciego consiga el mejor resultado posible. El método de guía en la carrera es mediante una cuerda de acompañamiento, por lo que el guía y el ciego se sitúan al mismo nivel cogidos por la cuerda anudada sobre sí misma y procurando coordinar los movimientos de pies y brazos. Los atletas con deficiencia visual más leve compiten igual que los atletas de la Federación Internacional de Atletismo (IAAF).

El reglamento de atletismo dice que las pruebas de velocidad para la categoría T11 y T12 (ciegos y deficientes visuales) en Campeonatos Mundiales y en Juegos Paralímpicos, y en otras competiciones internacionales de élite, se organizará en base a una carrera de cuatro atletas con guías, incluyendo todas las rondas preliminares necesarias, semifinales y finales. Los atletas T13 siguen el reglamento de la IAAF sin ninguna adaptación. A estos atletas no les está permitido correr con guía, y sólo les es asignada una calle⁽⁴⁾.

Tabla 1. Clasificación funcional⁽⁵⁾

Atletas con discapacidad visual. Clases T11, T12 y T13
T11. Son aquellas personas que no perciben luz en ambos ojos, o percepción de la luz pero con incapacidad para reconocer la forma de una mano a cualquier distancia
T12. Se consideran deficientes visuales los que tienen capacidad para reconocer una mano hasta una agudeza visual de 2/60 y/o un campo visual de menos de 5 grados.
T13. Aquellos que tienen un campo visual reducido, pero con cierta visibilidad

La carrera utilizada como referente de velocidad es la carrera de 100m, considerada la prueba reina de la velocidad, teniendo su origen en las 100 yardas entre los universitarios ingleses de la segunda mitad del siglo XIX e incorporándose al programa olímpico en Atenas, 1896, y en los I Juegos Paralímpicos de Roma en 1960. En Beijing los atletas ciegos y con discapacidad visual debieron participar en las carreras de 100m T11-T12-T13⁽⁶⁾.

La carrera de velocidad se distingue por que los atletas salen de posición baja (con tacos de salida) por lo que

los primeros pasos de la carrera son más cortos. Concretamente el primer paso es el más corto, y progresivamente van aumentando en longitud hasta adquirir la máxima velocidad. A su vez, el tronco buscará progresivamente la verticalidad de forma natural, según va adquiriendo velocidad. Es aproximadamente a los 10 pasos cuando el tronco ha alcanzado la posición estable, pero esto no quiere decir que ya se ha obtenido la máxima velocidad, puesto que la amplitud de pasos aún progresa y por lo tanto aún se está acelerando. No debemos obviar la dificultad que entraña la salida para el atleta-guía.

En la carrera se observan las siguientes fases en la carrera: fase de impulso, fase aérea, y fase de apoyo. La fase más activa de la carrera es la fase de impulso. La fase aérea se inicia cuando el recién terminado impulso provoca una proyección aérea del atleta, que se traduce en desplazamiento. La fase de apoyo es la toma de contacto entre el suelo y el metatarso del pie de la pierna de apoyo, tras la fase aérea.

Es sin duda en el deporte del atletismo en donde el análisis de la estructura y fundamentos técnicos de la velocidad ofrece un panorama más claro y preciso en relación con otros deportes. El movimiento de carrera es producido por una combinación de fuerzas: internamente, la fuerza muscular y externamente la fuerza de la gravedad, la resistencia al aire y las fuerzas ejercidas por el suelo contra el calzado del corredor⁽⁷⁾. La variable tiempo, la mayoría de

autores, la definen como el criterio de eficacia de la técnica de la carrera⁽⁸⁻¹³⁾. De la variable tiempo Hay desplegó otras variables dependientes, distancia y velocidad media, dependiendo de esta última la longitud y frecuencia de paso, que podían ser mejoradas con el entrenamiento o, por el contrario, ser innatas y dependientes solamente de aspectos neurofisiológicos difícilmente modificables con éste, y que se constituyen en un complejo diagrama de interrelaciones.

Al ser una acción cíclica, desde un punto mecánico, la velocidad de carrera es igual a la frecuencia por la longitud de paso^(7, 9, 10, 14). La frecuencia es un factor temporal que se refiere al ritmo del movimiento, número de pasos por unidad de tiempo o cadencia, siendo esta para algunos autores⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ la mayor contribución al desarrollo de la velocidad y en cambio la longitud del paso, distancia entre dos apoyos consecutivos, es la variable más significativa de la carrera para otros autores⁽¹⁸⁻²¹⁾. La combinación de ambas variables da como resultado la velocidad de desplazamiento, siendo el objetivo principal la interacción óptima entre la longitud de zancada y la frecuencia de zancada⁽²²⁾.

En Beijing participaron más de 4.000 atletas representando a 147 países y de los cuales más de un tercio han sido mujeres. El atletismo ha sido el deporte con mayor número de participantes, en total 1100 atletas. Ante esta muestra de deportistas recogimos los datos

cinemáticos que nos facilitó la organización que, con los obtenidos a través del laboratorio de biomecánica del Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), nos han permitido analizar y extraer estos resultados sobre las acciones técnicas de los atletas con discapacidad visual.

Estos datos nos darán resultados de la élite deportiva mundial y en este caso, paralímpicos, por lo que queremos compararla con otros atletas olímpicos que obtenemos de la bibliografía específica^(10, 22-27), donde la mayoría de los trabajos se centran en atletas sin discapacidad y sobretodo en atletas de elite deportiva, así como en estudios con la población con discapacidad^(9, 13, 28). Es por ello por lo que en este trabajo nos centramos en realizar un análisis de las personas con discapacidad visual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la muestra

La muestra del estudio son 39 atletas ciegos, 28 hombres y 11 mujeres, que participaron en la modalidad de atletismo en la prueba de los 100 metros lisos de los XIII Juegos Paralímpicos celebrados en Beijing. Fueron analizadas 17 series, con un total de 66 participaciones, 47 masculinas y 19 femeninas, sumando las fases de clasificación, semifinal y final. De esta muestra hemos obtenido los datos de toda la población participante en las series clasificatorias y en las finales A y B, dado que en los JJPP corren el

atleta y el guía por dos calles, lo que convierte la carrera en 4 atletas por “serie”.

En el análisis de las series fueron excluidos 2 hombres y 1 mujer ya que no pudimos analizar toda su carrera por no entrar, en algún momento, en el objetivo de la cámara, y en la final femenina, en dos calles no fue posible identificar el tiempo de reacción.

Metodología de análisis

Se realizó un análisis cinemático de la carrera de 100 m, de los atletas con discapacidad visual, categoría ciegos (T11), con el objeto de valorar las variables de tiempo de reacción (s), tiempo de carrera (s), velocidad media (m/s), número de pasos, frecuencia media (Hz), tiempo medio de paso (s) y amplitud media de paso (m), teniendo en cuenta la categoría y sexo de los participantes. Se extrajo la media de todas las variables y la desviación estándar (DE), así como la mínima

y máxima. Para ello se recogieron las grabaciones del Centro de audiovisuales del Comité Paralímpico en Beijing (DVD). *Frame Rate* (fr/s): 30. Tiempo *frame* 0,03333s. Todos los datos recogidos fueron tratados con el paquete estadístico SPSS versión 21.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar hemos recogido los datos de todos participantes en la fase clasificatoria, es decir de todos los atletas de la categoría T11 que han participado en los JJPP, debido a que es una muestra muy representativa del atletismo mundial, ya que participaron 23 países, en la competición más característica del deporte adaptado.

En las tablas 2 y 3 se puede verificar los datos medios generales de las series clasificatorias masculinas y femeninas.

Tabla 2. Datos generales de la fase clasificatoria masculina

	Marca (s)	Vel. Media (m/s)	T. reac. (s)	T. carrera (s)	Nº Pasos	Vel. Media real (m/s)	Frec. Media (Hz)	T. Medio paso (s)	Ampl. Media. paso (m)
N	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Mínimo	11,19	8,07	0,14	10,96	47,5	8,16	4,08	0,21	1,80
Máximo	12,39	8,94	0,23	12,26	55,5	9,12	4,76	0,25	2,11
Media	11,77	8,50	0,19	11,58	51,2	8,65	4,43	0,23	1,95
DE	0,32	0,23	0,02	0,33	1,7	0,25	0,18	0,01	0,06

Tabla 3. Datos generales de la fase clasificatoria femenina

	Marca (s)	Vel. Media (m/s)	T. reac. (s)	T. carrera (s)	Nº Pasos	Vel. Media real (m/s)	Frec. Media (Hz)	T. Medio paso (s)	Ampl. Media. paso (m)
N	10	10	4	10	8	10	8	8	8
Mínimo	12,41	7,14	0,19	12,17	53,5	7,14	4,26	0,22	1,72
Máximo	14,00	8,06	0,45	14,00	58,3	8,22	4,45	0,24	1,87
Media	13,12	7,63	0,28	13,01	55,8	7,70	4,35	0,23	1,79
DE	0,45	0,26	0,11	0,54	1,5	0,32	0,08	0,00	0,05

En la tabla 4 se indican los datos referentes a las finales A y B de los JJPP de Beijing en la categoría T11 masculina. El resultado de la carrera indica la paridad entre los atletas participantes, donde la diferencia entre las marcas del más rápido al más lento es de 0,69s. Si comparamos la diferencia en las series, vemos que en la Final A (atletas 1 a 4) difieren 0,54s y en la Final B 0,16s. En la final de los Juegos Olímpicos en Beijing, la diferencia entre los ocho finalistas (en una serie única) fue de 0,34s⁽²⁶⁾ y, más recientemente, en el Campeonato del Mundo (CM) celebrado en Daegu⁽²⁵⁾ 0,57s.

Los atletas finalistas recorren los 100m con 50 y 51 pasos y una frecuencia media de 4,54Hz. A diferencia de los atletas sin discapacidad que, en el CM⁽²⁵⁾, realizaron entre 41 y 49 pasos con una frecuencia media de 4,67Hz para completar los 100m. Esto motivó que la amplitud media del paso que realizan los atletas con discapacidad visual y sin discapacidad fuese de 1,95m por 2,15m respectivamente, por lo que creemos que el componente de percepción del espacio tiene una gran incidencia en la fase de vuelo del paso. Estos datos están de acuerdo con los encontrados con el

estudio de Ferro⁽²⁹⁾ en el que indica que la fase de vuelo es más corta en los atletas ciegos que en los atletas sin discapacidad que utilizó de control.

La velocidad media en este estudio es tratada apenas como una variable indicativa, pues calcula la fracción del tiempo tardado para ultrapasar la línea de meta después del pistoletazo de salida. Así, la velocidad media del grupo paralímpico finalista de Beijing fue de 8,71m/s, mientras que los atletas finalistas de Daegu⁽²⁵⁾ lograron 9,84m/s.

Otro dato que podemos analizar es el tiempo de reacción en salir de los tacos de salida. Los atletas con discapacidad visual presentan un promedio de reacción al disparo de 0,187s, logrando el más rápido en abandonar el bloque un tiempo de 0,145s y el más lento 0,246s. Por otro lado, los atletas participantes en la final del CM celebrado en Daegu⁽²⁵⁾ registraron una media de 0,166s, donde los más rápidos salieron en 0,154s y los menos rápidos 0,175s. Vistos los resultados de reacción podemos indicar que la discapacidad visual no tiene una incidencia negativa en la reacción a la salida de los 100 m.

Tabla 4. Datos específicos de la fase final masculina

Atleta	Clasif.	Marca (s)	T. reac. (s)	T. carrera (s)	Vel. Media (m/s)	Nº Pasos	Vel. Media real (m/s)	Frec. Media (Hz)	T. Medio paso (s)	Ampl. Media. paso (m)
1	1	11,03	0,246	10,78	9,07	50,5	9,27	4,68	0,21	1,98
2	2	11,35	0,222	11,13	8,81	50,3	8,99	4,52	0,22	1,99
3	3	11,46	0,145	11,32	8,73	50,8	8,84	4,49	0,22	1,97
4	4	11,57	0,181	11,39	8,64	50,0	8,78	4,39	0,23	2,00
5	5	11,56	0,152	11,41	8,65	50,8	8,77	4,45	0,22	1,97
6	6	11,60	0,150	11,45	8,62	53,3	8,73	4,65	0,22	1,88
7	7	11,64	0,206	11,43	8,59	53,5	8,75	4,68	0,21	1,87
8	8	11,72	0,238	11,48	8,53	51,3	8,71	4,46	0,22	1,95
N		8	8	8	8	8	8	8	8	8
Mínimo		11,03	0,145	10,78	8,53	50,0	8,71	4,39	0,21	1,87
Máximo		11,72	0,246	11,48	9,07	53,5	9,27	4,68	0,23	2,00
Media		11,49	0,187	11,30	8,71	51,3	8,85	4,54	0,22	1,95
DE		0,22	0,039	0,27	0,17	1,4	0,19	0,11	0,01	0,05

En la tabla 5 se revelan los datos referentes a las finales A y B de los JJPP en la categoría T11 femenina. El resultado de la carrera indica una diferencia de 0,90s entre la primera y la octava. Por otro lado, si comparamos la diferencia según las series, en los JJPP, vemos que en la Final A (Atletas 1 a 4) las atletas difieren 0,39s y en la Final B (atletas 5 a 8) la diferencia es de 0,22s. En este caso, los resultados de la final son muy similares a los resultados de las atletas sin discapacidad en la final de los JJOO en Beijing que presentan una diferencia de 0,42s⁽²⁷⁾, también con ocho finalistas en una serie única, así como en relación al CM de Daegu⁽²⁵⁾, donde la diferencia femenina fue de 0,43s.

Las atletas finalistas recorren los 100m con una variabilidad de pasos mayor que los hombres, realizando entre 53 y 58 pasos y con una frecuencia media de 4,37Hz. Lo mismo ocurrió con las atletas sin

discapacidad del CM de Daegu⁽²⁷⁾, que efectúan entre 47 y 51 pasos para completar los 100m y con una frecuencia media de 4,49Hz. Las diferencias encontradas entre las atletas con y sin discapacidad son mayores que en los hombres.

En relación a la amplitud de pasos, las atletas paralímpicas presentan una media de 1,80m en comparación de las atletas participantes en el Mundial de Daegu⁽²⁷⁾, 2,04m. Esta diferencia de zancada, de 0,24m (24cm) es similar a la diferencia encontrada en los hombres, 20cm, lo que nos corrobora con las características citadas anteriormente en relación a la fase de vuelo de la carrera y encontrada en otros estudios⁽²⁹⁾.

En relación a la velocidad media, nuevamente, apenas como indicativo, las atletas paralímpicas lograron el promedio de 7,74m/s en cuanto las atletas sin discapacidad en Daegu⁽²⁵⁾ alcanzaron 9,02m/s.

El tiempo de reacción a la orden de salida por parte de las atletas paralímpicas fue de una media de 0,237s. Prácticamente todas las atletas alcanzaron esta marca, es decir, la más rápida en dejar los tacos de salida logro hacerlo en 0,212s y la más lenta en 0,283s. En el caso de las atletas sin discapacidad en Daegu⁽²⁵⁾, el

promedio estuvo en 0,178s, siendo la más rápida en 0,147s y la más lenta en 0,234s, donde apenas dos atletas estuvieron sobre el 0,200s. En el caso de las mujeres, parece ser que el tiempo de reacción no es tan similar, entre estos dos colectivos, como en los hombres, lo que puede ser un variable a trabajar con el objetivo de disminuirlo.

Tabla 5. Datos específicos de la fase final femenina

Atleta	Clasif.	Marca (s)	T. reac. (s)	T. carrera (s)	Vel. Media (m/s)	Nº Pasos	Vel. Media real (m/s)	Frec. Media (Hz)	T. Medio paso (s)	Ampl. Media. paso (m)
1	1	12,31	0,226	12,08	8,12	53,8	8,28	4,45	0,22	1,86
2	2	12,40	0,216	12,18	8,06	53,3	8,21	4,37	0,23	1,88
3	3	13,07	-----	13,07	7,65	56,0	7,65	4,28	0,23	1,79
4	4	13,08	-----	13,08	7,65	58,3	7,65	4,45	0,23	1,71
5	5	12,99	0,228	12,76	7,70	55,8	7,84	4,37	0,23	1,79
6	6	13,18	0,283	12,90	7,59	56,5	7,75	4,38	0,23	1,77
7	7	13,20	0,254	12,95	7,58	56,8	7,72	4,38	0,23	1,76
8	8	13,21	0,212	13,00	7,57	55,8	7,69	4,29	0,23	1,79
N		8	6	8	8	8	8	8	8	8
Mínimo		12,31	0,212	12,08	7,57	53,3	7,65	4,28	0,22	1,72
Máximo		13,21	0,283	13,08	8,12	58,3	8,28	4,45	0,23	1,88
Media		12,93	0,237	12,75	7,74	55,8	7,85	4,37	0,23	1,80
DE		0,36	0,027	0,40	0,22	1,6	0,25	0,06	0,00	0,05

CONCLUSIONES

Los principales factores determinantes de la velocidad, según los autores consultados, son la adecuada relación que se alcance entre la frecuencia y la longitud de pasos de carrera, siendo el variable tiempo el criterio de eficacia de la técnica.

La longitud de paso y la frecuencia son muy significativas en la valoración de la velocidad de

desplazamiento y por lo tanto en la marca del deportista velocista, por lo que el estudio de la frecuencia, longitud de paso y velocidad de desplazamiento ayudan a reconocer la técnica en las carreras de velocidad. Ahora bien aumentando la longitud de paso o disminuyendo el tiempo de vuelo no es ápice para mejorar la marca, ya que un aumento de la longitud de paso va unido generalmente a un descenso de la frecuencia, y a la inversa. Por ello se hace necesario encontrar para cada atleta la frecuencia y longitud de paso óptima, en función de sus características físicas y de su dominio técnico.

Respecto a los atletas paralímpicos con discapacidad visual realizan una frecuencia de paso adecuada a las marcas obtenidas. Sin embargo este hecho no se da en la variable amplitud, sobre todo en las mujeres que presentan una diferencia más notable entre los grupos de atletas con y sin discapacidad.

De acuerdo con los datos observados podemos indicar que a causa del acortamiento de la fase de vuelo en el paso, el resultado final en segundos es inferior en los deportistas paralímpicos con respecto a los atletas de elite sin discapacidad. No parece que la reacción a la salida sea un motivo de esta diferencia, ya que son similares los tiempos de esa reacción. Por ello investigar en la incidencia de las acciones que intervienen en el paso, tales como tiempo de contacto, fuerza de impulsión en la fase inicial del paso, etc., podría ser un aspecto que diese más luz a estas afirmaciones.

En la literatura hay muy pocos estudios de atletas paralímpicos, por lo que ese trabajo pretende establecer de manera sencilla y clara nexos entre los aspectos técnicos observables por los técnicos deportivos y las variables cinemáticas, estableciendo una base de datos que recoja valores de estos parámetros para que sirvan de referencia a técnicos deportivo, atletas y futuros trabajos de investigación, así como mejoras en el desarrollo de la percepción por parte de las personas con discapacidad visual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokharel GP, et al. Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the World Health Organization*. 2004 Nov;82(11):844-51. Epub 2005/01/11.
2. Frick KD, Foster A. The magnitude and cost of global blindness: an increasing problem that can be alleviated. *American Journal of Ophthalmology*. 2003;135(4):471-6.
3. Doll Tepper G. El deporte de discapacitados y la integración social. In: ONCE F, editor. Libro de Ponencias I Congreso Paralímpico Barcelona'92. Barcelona:: Fundación ONCE; 1993.
4. Chavarren C. Carreras: velocidad y relevos. In: Torralba MA, editor. *Atletismo Adaptado: para personas ciegas y deficientes visuales*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2004.
5. COMITÉ PARALÍMPICO ESPAÑOL. *Paralímpicos*. Madrid: Autor; 2006.
6. COMITÉ PARALÍMPICO ESPAÑOL. *Atletismo. Reglamento del Manual IPC*. Madrid: Autor; 2006.
7. Dyson G. *Mecánica del atletismo*. Madrid: Consejo Superior de Deportes; 1978.
8. Hay JG. *The Biomechanics of Sports Techniques*. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1985.
9. Ferro A, Graupera JL, Blanco MI, Barceló O, Antón E. Cinemática de la técnica de la carrera de velocistas ciegos paralímpicos. *Revista Integración*. 1996;22:25-9.
10. Pascua M. Carreras de velocidad. In: Pascua M, Gil F, Marín J, editors. *Atletismo I, carreras y marcha*. Madrid: Real Federación Española de Atletismo; 1998. p. 25-91.
11. Hegedüs J. Estructura y fundamentos de la velocidad en Atletismo. *Lecturas: Educación Física y Deportes [Internet]*. 1999; 4(14):[única p.]. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd14/hegedus.htm>.
12. Torralba MA. *Atletismo adaptado: para personas ciegas y deficientes visuales*. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2004.
13. Padullés JM, Torralba MA. *Análisis de la carrera de 100 m. de atletas*

- paralímpicos de la categoría amputados tibiales (Oscar Pistorius). Red: revista de entrenamiento deportivo. 2009;23(2):21-7.
14. Latorre PA. Análisis biomecánico del corredor de fondo. Red: revista de entrenamiento deportivo. 2003;17(4):23-32.
 15. Mann R, Herman J. Kinematics analysis of Olympic sprint performance: men's 200 meters. *International Journal of Sport Biomechanics*. 1985;1:151-62.
 16. Ae M, Ito A, Suzuki M. The men's 100 meters. Scientific Research Project at the III World Championship in Athletics, Tokyo 1991. *New Studies in Athletics*. 1992;7:47-52.
 17. Bezodis IM, Salo AI, Kerwin DG. A longitudinal case study of step characteristics in a world class sprint athlete. *ISBS Conference Seoul, Korea*2008. p. 537-40.
 18. Mero A, Komi PV. Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *International Journal of Sport Biomechanics*. 1985;1:240-52.
 19. Gajer B, Thepaut-Mathieu C, Lehenaff D. Evolution of stride and amplitude during course of the 100 m event in athletics. *New Studies in Athletics*. 1999;3:43-50.
 20. Shen W. The effects of stride length and frequency on the speeds of elite sprinters in 100 meter dash. *Biomechanical Proceedings of XVIII International Symposium of Biomechanics in Sports; HongKong*2000. p. 333-6.
 21. Maćkała K. Optimisation of performance through kinematic analysis of the different phases of the 100 meters. *New Studies in Athletics*. 2007;22(2):7-16.
 22. Maćkała K, Mero A. A Kinematics Analysis Of Three Best 100 M Performances Ever. *Journal of Human Kinetics*. 2013;36:149-60.
 23. Segura R. Los fundamentos de Usain Bolt para conseguir 100 m diabólicos. *Editorial Alto Rendimiento [Internet]*. 2009; 8(49):[2-5 pp.]. Available from: <http://www.altorendimiento.com/revista-alto-rendimiento/49-usain-bolt-tapering-entrenamiento-de-intervalos/1555-los-fundamentos-de-usain-bolt-para-conseguir-100m-diabolicos>.
 24. Bruggemann GP, Koszewski D, Muller H, (Editores). *Biomechanical Research Project Athens 1997. Final Report*. Germany: Meyer and Meyer Sport, 1997.
 25. Bae Y-S, (Editor Chefe). *Biomechanics Research Project Report in the IAAF World Championships, Daegu 2011*. Korea: Korean Society of Sport Biomechanics, 2011.
 26. Olympic Moviment. [10/07/2014]. Available from: <http://www.olympic.org/olympic-results/beijing-2008/athletics/100m-m>.
 27. Olympic Moviment. [20/07/2014]. Available from: <http://www.olympic.org/olympic-results/beijing-2008/athletics/100m-w>.
 28. Gorton B, Gavron SJ. A biomechanical analysis of the running pattern of blind athletes in 100 m dash. *Adapted Physical Activity Quarterly*. 1987;4:192-203.
 29. Ferro A, Graupera JL, Blaso MI, Barceló O, Antón E. Análisis Cinemático de la Carrera en Velocistas Ciegos. In: Hernandez JL, Gutiérrez MA, editors. *Análisis Biomecánico de las técnicas deportivas Carrera de velocistas ciegos, lanzamiento de jabalina y salto de altura*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura y Consejo Superior de Deportes; 1996.