

# AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN DEL DEPORTE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

## PROGRESS IN THE INVESTIGATION OF SPORT FOR DISABLED PEOPLE

### EDITORIAL

Angel Manuel Gil  
Agudo (M.D.,  
Ph D.)

Responsable de  
la Unidad de  
Biomecánica  
y Ayudas Técnicas  
del Hospital  
Nacional  
de Paraplégicos  
de Toledo

Si los beneficios de la actividad física para la salud de la población general están plenamente consensuados, en el caso de las personas con discapacidad, estos beneficios son aún más relevantes puesto que, tanto el grado de independencia funcional como el nivel de integración social conseguidos van a verse muy favorecidos por la práctica deportiva. La práctica deportiva se puede enfocar desde distintos puntos de vista en función de las motivaciones de cada persona a la hora de llevarla a cabo. En la actualidad, esta variedad de opciones es perfectamente identificable en el mundo del deporte para discapacitados y, como se puede esperar cada una presenta sus singularidades. Podemos encontrar las siguientes alternativas: el deporte como actividad terapéutica, como recreación, como ejercicio, el deporte competitivo y el deporte de élite o profesional.

Por otro lado, la incorporación de personas con discapacidad al mundo del deporte es un hecho incuestionable. El número de participantes está en constante aumento. En los primeros Juegos Paralímpicos celebrados en Roma en 1960, participaron 400 atletas, mientras que en los últimos Juegos celebrados en Pekín en 2008, compitieron 4000 atletas de 150 países.

Tanto el aumento del número de participantes como la mayor exigencia competitiva expresada en el cada vez mayor número de deportistas profesionales ha venido acompañado de avances en la investigación de materias relacionadas con esta actividad deportiva. En este sentido, están siendo especialmente relevantes las aportaciones desde la Biomecánica y la Fisiología del esfuerzo.

En un principio, el propósito de la mayoría de los estudios biomecánicos en el deporte en silla de ruedas era prevenir lesiones relacionadas con el gesto

repetitivo de la propulsión manual de la silla<sup>1,2</sup>. Más adelante, el objetivo de prevenir lesiones se vio complementado por la necesidad de optimizar el rendimiento con una aproximación desde el análisis biomecánico del gesto deportivo como, por ejemplo, la técnica de propulsión manual de la silla de ruedas deportiva y sus adaptaciones a las distintas velocidades<sup>3,4</sup>.

Uno de los aspectos más singulares en el deporte para discapacitados son las clasificaciones. Al competir personas con situaciones de discapacidad muy heterogénea (ej: un amputado tibial con un paraplégico) es necesario un sistema que establezca unos grupos de personas con una discapacidad similar para evitar situaciones de desventaja. Hasta el momento, los sistemas de clasificación se basan en la identificación de determinados movimientos clave mediante la observación del deportista durante el juego, lo que en ocasiones, puede provocar situaciones de subjetividad. En ese sentido, cada vez hay más acuerdo en introducir elementos objetivos de medida y una de las mejores herramientas es el análisis biomecánico. Uno de los ejemplos más significativos son los trabajos realizados en el análisis de las clasificaciones de algunos eventos de atletismo como son los lanzamientos de peso y jabalina con la aplicación de técnicas de análisis cinemático<sup>5,6</sup> y la propuesta de una metodología de análisis cinemático para clasificar a los jugadores de baloncesto en silla de ruedas<sup>7</sup>. Otros autores han empleado una batería de pruebas a cada jugador que incluyen herramientas de análisis biomecánico como la fuerza aplicada en el aro propulsor y de análisis fisiológico como la capacidad aeróbica máxima durante la propulsión en tapiz rodante estudiando el consumo de oxígeno<sup>8</sup>.

En los protocolos de investigación tanto biomecánica como fisiológica en el deporte en silla de ruedas

resulta de vital importancia la configuración del laboratorio donde se llevan a cabo los experimentos porque puede influir en gran medida en los resultados. El objetivo ha de ser diseñar una configuración que reproduzca en la medida de lo posible las condiciones reales de la propulsión. Para ello, algunos grupos han empleado rodillos instrumentados en los que las condiciones de propulsión son altamente reproducibles pero las fuerzas aplicadas sobre el aro son mayores que en condiciones normales especialmente en la fase de aceleración del sprint al estar bloqueada la inclinación hacia atrás de la silla<sup>9</sup>. En el simulador de silla de ruedas desarrollado por el grupo holandés liderado por Luc van de Woude se pueden analizar una variedad muy grande de configuraciones de silla pero la inercia que actúa sobre ellas como resultado de la aceleración y desaceleración del tronco y brazos no es tenida en cuenta<sup>10</sup>. Siguiendo las recomendaciones de Richer, otra posibilidad es la de situar la silla de ruedas sobre un tapiz rodante de dimensiones adecuadas que ofrece condiciones mecánicas más realistas<sup>11</sup>. Esta es la configuración elegida por el grupo del Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo ya que permite de forma simultánea realizar estudios biomecánicos y fisiológicos, aunque evidentemente también presenta sus limitaciones<sup>12,13</sup>.

Tanto los equipos necesarios para los estudios fisiológicos como los del análisis cinemático, ya sean los que utilizan marcadores pasivos (Vicon®, BTS®, Kinescan-IBV®) como los activos (Coda-motion®) son los mismos que en deportistas sin discapacidad. La gran novedad se presenta en los equipos de análisis cinético para los deportistas en silla de ruedas. Al no poder caminar, no es viable ni la utilización de plataformas dinamométricas ni plantillas instrumentadas. En este caso, existen unas ruedas instrumentadas con galgas extensiométricas (SmartWheel®) que se pueden incorporar a los modelos de sillas con ruedas extraíbles y que facilitan el dato de fuerza tridimensional en el punto de contacto entre la mano y el aro y el momento de fuerza respecto al eje de giro de la rueda. La información cinemática junto con la antropométrica de los distintos segmentos corporales y la cinética de ese tipo de ruedas constituyen los elementos de entrada de los modelos biomecánicos que permitan calcular por dinámica inversa las fuerzas y momentos de fuerza tridimensionales de las articulaciones de los miembros superiores. Otro elemento diferencial de los deportistas en silla de ruedas es la valoración del equilibrio en sedestación, elemento de gran interés para mejorar el rendimiento

deportivo en silla o para valorar el control de tronco. Al no poder utilizar los dispositivos habituales del posturografía para estudiar el equilibrio en bipedestación, existen unos dispositivos en forma de matriz de sensores instalados sobre materiales flexibles que permiten identificar el centro de gravedad en sedestación y, de este modo, poder mejorar tanto el equilibrio en sedestación como poder ser utilizado como elemento de evaluación.

En definitiva, las constantes novedades tecnológicas en los equipos de medición y el aumento tanto en el número de deportistas como de sus exigencias hacen del deporte para personas con discapacidad un campo novedoso en el que la investigación está llamada a jugar un papel fundamental en un entorno multidisciplinario.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Goosey VL, Fowler NE, Campbell IG. A kinematic analysis of wheelchair propulsion techniques in senior male, senior female and junior male athletes. *Adapt Phys Act Quart* 1997;14:156-165.
2. Goosey VL, Campbell IG. Pushing economy and propulsion technique of wheelchair racers at three speeds. *Adapt Phys Act Quart* 1998;15:36-50.
3. Koontz, Cooper RA, Boninger ML et al. Shoulder kinematics and kinetics during two speeds of wheelchair propulsion. *J Rehabil Res Dev* 2002;39:635-650.
4. Collinger JL, Boninger ML, Koontz AM, et al. Shoulder biomechanics during the push phase of wheelchair propulsion: a multisite study of persons with paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:667-676.
5. Chow JW, Chae WS, Crawford MJ., Kinematic analysis of shot-putting performed by wheelchair athletes of different medical classes. *J Sports Sci* 2000;18: 321-330.
6. Chow JW, Kuenster AF, Young-tae L. Kinematic analysis of javelin throw performed by wheelchair athletes of different functional classes. *J Sports Sci Med* 2003;2:36-46.
7. Crespo-Ruiz B, Del Ama-Espinosa A, Gil-Agudo A. Relation between kinematic analysis of wheelchair propulsion and wheelchair basketball classification. *Adapt Phys Act Quart* 2011;28:157-172.

8. Vanlandewijck YC, Spaepen AJ, Lysens RJ., Wheelchair propulsion: functional ability dependent factors in wheelchair basketball players. *Scand J Rehabil Med* 1994;26:37-48.
9. Kulig K, Newsam CJ, Mulroy SJ, *et al.* The effect of level spinal cord injury on shoulder joint kinetics during manual wheelchair propulsion. *Clin Biomech* 2001;16:744-751.
10. Niesing R, Eijskoot F, Kranse R, *et al.* Computer-controlled wheelchair ergometer. *Med & Biol. Eng & Comput* 1990;28:329-338.
11. Richter WM, Rodriguez R, Woods KR, Axelson PW. 2007. Stroke pattern and handrim biomechanics for level and uphill wheelchair propulsion at self-selected speeds. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:81-87.
12. Gil-Agudo A, Del Ama-Espinosa A, Pérez-Rizo E, Pérez-Nombela S, Crespo-Ruiz B. Shoulder joint kinetics during wheelchair propulsion on a treadmill at two different speeds in spinal cord injury patients. *Spinal Cord* 2010;48:290-296.
13. Gil-Agudo A, Del Ama-Espinosa A, Pérez-Rizo E, Pérez-Nombela S, Rodríguez-Rodríguez LP. Upper limb joint kinetics during manual wheelchair propulsion in patients with different levels of spinal cord injury. *J Biomech* 2010;43:2508-2515.