

Confiabilidad inter-evaluador y test-retest de la prueba de alcance multidireccional sentado en jugadores de baloncesto en silla de ruedas: Una prueba clínica de campo

Inter-rater and test-retest reliability of the seated multidirectional reach test in wheelchair basketball players: A clinical field test

Diego J. Bogado ^{1*} , Kevin A. Boscarol ² , Jesica E. Blajman ² 

1 Universidad Nacional de Hurlingham, Argentina.

2 Universidad Nacional de Rafaela, Argentina.

* Correspondence: Diego Bogado - diego.bogado@unahur.edu.ar

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.21.65>

Recibido: 18/01/2024; Aceptado: 02/09/2024; Publicado: 10/01/2025

OPEN ACCESS

Sección / Section:
Deporte adaptado / Adapted sport

Editor de Sección / Edited by:
Sebastián Feu
Universidad de Extremadura

Citación / Citation:
Bogado, D. J., Boscarol, K. A., & Blajman, J. E. (2025). Confiabilidad inter-evaluador y test-retest de la prueba de alcance multidireccional sentado en jugadores de baloncesto en silla de ruedas: Una prueba clínica de campo. *E-balonmano Com*, 21(1), 65-76.

Fuentes de Financiación / Funding:
El proyecto recibió apoyo financiero por el Programa de Investigación Científica, Desarrollo y Transferencia de Tecnología e Innovaciones de la Universidad Nacional de Rafaela. Código del proyecto 537/2021.

Agradecimientos/
Acknowledgments:
Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Rafaela, a la Federación argentina de básquetbol adaptado, y a Mauro Varela por su apoyo en la recopilación de datos para esta investigación.

Conflicto de intereses / Conflicts of Interest:
The authors declare no conflicts of interest

Resumen

Poder definir el máximo alcance funcional que un jugador de baloncesto en silla de ruedas puede lograr es muy importante, sin embargo, el uso de una herramienta clínica para medir el alcance desde la posición sentado no está bien documentado. Con este propósito, se diseñó el Seated Multidirectional Reach Test (SMRT) como una prueba de campo para evaluar el rendimiento de un jugador en su volumen de acción y detectar diferencias bilaterales en múltiples direcciones. Se realizó un estudio sobre 30 jugadores (edad = 25,02 ± 6,39) de la selección argentina masculina de baloncesto en silla de ruedas, para analizar la confiabilidad inter-evaluador (n=32) e intra-evaluador (n=32) del SMRT. La confiabilidad relativa intra-evaluador (0,95-0,98) y entre evaluadores (0,91-0,98) fue excelente en todas las mediciones. Los valores relativos del error estándar de medición (SEM) estuvieron comprendidos entre 2 y 6%, mientras que los del cambio mínimo detectable (MDC) entre 9 y 16%. Los hallazgos de este estudio sugieren que el SMRT es confiable entre mediciones y entre evaluadores, y podría ser una herramienta adecuada para utilizarse como medida clínica del rendimiento de alcance y describir el volumen de acción en jugadores de baloncesto en silla de ruedas.

Palabras clave: Reproducibilidad de los resultados; Deportes para personas con discapacidad; Rendimiento físico funcional; Paratletas; Baloncesto en silla de ruedas.

Abstract

Being able to define the maximum functional range that a wheelchair basketball player can achieve is very important, however, the use of a clinical tool to measure reach from the sitting position is not well documented. For this purpose, the Seated Multidirectional Reach Test (SMRT) was designed as a field test to evaluate a player's performance in his action volume and detect bilateral differences in multiple directions. A study was carried out on 30 players (age = 25.02 ± 6.39) of the Argentine men's wheelchair basketball team, to analyze inter-rater (n=32) and intra-rater (n=32) reliability of the SMRT. Relative intra-rater (0.95-0.98) and inter-rater reliability (0.91-0.98) was excellent in all measurements. The standard errors of measurement (SEM) ranged from 2 to 6%, while the minimal detectable change (MDC) ranged from 9 to 16%. The findings of this study suggest that the SMRT is reliable between measurements and between evaluators, and could be an appropriate tool to use as a clinical measure of reaching performance and to describe the volume of action in wheelchair basketball players.

Keywords: Reproducibility of results; Sports for persons with disabilities; Physical functional performance; Para-athletes; Wheelchair basketball.

Introducción

La medición de alcance funcional en posición sentado se ha utilizado ampliamente en el campo del transporte para garantizar la seguridad y la utilidad funcional del diseño del vehículo (Duncan, Weiner, Chandler & Studenski, 1990). Stoudt (1973) ha definido el alcance funcional con miembros superiores como la distancia entre un punto de referencia fijo, anatómico o extra anatómico, y un punto en el área circundante al cuerpo, que la persona logra alcanzar y simultáneamente tocar, agarrar o manipular. Por su parte, Duncan et al. (1990) definieron el alcance funcional como la distancia máxima que un individuo puede alcanzar hacia adelante más allá de la longitud del brazo, manteniendo una base fija de apoyo en la posición de pie (Duncan et al., 1990). Así mismo, el área de alcance puede definirse como el área total abarcada mientras se realizan acciones de alcance en dirección anterior, lateral y contralateral (Sprigle, Maurer & Holowka, 2007).

En el ámbito del deporte, y específicamente en el baloncesto en silla de ruedas (BSR), el área de alcance constituye un elemento clave para la observación y la clasificación funcional de un jugador, conocido como evaluación del “volumen de acción”. El volumen de acción de un jugador se describe como el límite en el que un deportista puede mover su tronco voluntariamente en cualquier dirección, y volver con control a la posición vertical sin apoyo de la silla de ruedas para ayudar al movimiento (IWBF Executive Council, 2021). Este parámetro llevado al campo de juego permite describir cuánto espacio ocupa un jugador de BSR cuando permanece estático en el lugar, es decir, la distancia alcanzada que puede lograr con sus miembros superiores en múltiples direcciones sin desplazar la silla de ruedas, manifestadas al realizar acciones de juego específicas del deporte como, por ejemplo, proteger el balón o intentar un quite o bloqueo.

En este sentido, sería muy útil para el BSR, poder definir el máximo alcance funcional que un jugador puede lograr, ya que el mismo determina el espacio disponible de acción para las tareas realizadas durante el juego (Field-Fote & Ray, 2010), donde las estrategias que emplea cada jugador para conseguirlo pueden ser variadas y dependerán de los recursos motores utilizables propios de cada individuo. Así mismo, el diseño de una prueba de medición que considere estas características debería estructurarse en la forma que simule más fielmente el modo en que se utilizan los movimientos y las habilidades en el deporte en particular (Gorman, Butler, Plisky & Kiesel, 2012).

En personas con discapacidad motora, las pruebas de alcance sentado se han estudiado de varias maneras. En la mayoría de estos estudios el objetivo fue valorar el control postural de tronco en sedestación (Field-Fote & Ray, 2010; Gauthier et al., 2012). Estas pruebas son rápidas, fáciles de usar, han demostrado una gran fiabilidad y validez, y el análisis de sus resultados proporciona una base para comprender el rendimiento funcional en personas con diferentes habilidades motrices. Sin embargo, el uso de una herramienta clínica para medir el alcance desde la posición sentado no está bien documentado en la literatura (Katz-Leurer, Fisher, Neeb, Schwartz & Carmeli, 2009) y, en ciertas ocasiones, las mediciones obtenidas en entornos de investigación no son transferibles a la aplicación práctica de campo o en ámbitos donde se desarrollan las actividades deportivas (Lynch, Leahy & Barker, 1998).

Por otro lado, recientemente, las pruebas funcionales se han vuelto cada vez más populares para evaluar a los atletas, tanto con objetivos de rendimiento deportivo, así como para disminuir el riesgo de lesiones deportivas (Hernández-Beltrán, Mancha-Triguero, Gómez-Carmona, & Gamonales, 2023). No obstante, la relación entre los resultados de estas pruebas y el rendimiento o la aparición de lesiones, y su interpretación, aún no han logrado consenso (Tooth et al., 2024).

Con este propósito, y tomando como referencia el Y-Balance Test de Plisky et al. (2009) en combinación con la prueba de alcance funcional modificado de Lynch et al. (1998), se diseñó el Seated Multidirectional Reach Test (SMRT) para deportistas sobre silla de ruedas, como una prueba de campo que sirve para evaluar el rendimiento físico de un jugador en su volumen de acción y detectar diferencias bilaterales de alcance con los miembros superiores en múltiples direcciones (Hertel, Braham, Hale & Olmsted-Kramer, 2006).

Así, el objetivo principal de esta investigación fue determinar la confiabilidad relativa y absoluta, intra-evaluador (test-retest) y entre evaluadores (inter-evaluador), de la prueba de alcance multidireccional sentado (SMRT), como una herramienta económica de evaluación basada en el rendimiento físico funcional, para cuantificar los límites de alcance en

seis direcciones sobre jugadores de BSR (Hertel, Braham, Hale & Olmsted-Kramer, 2006; Newton, 2001). Además, se desarrolló un protocolo de prueba para abordar posibles fuentes de error y se describe el procedimiento de prueba estándar para que los resultados puedan compararse con estudios futuros (Plisky et al., 2009).

Material y métodos

Diseño y participantes

Se realizó un estudio transversal sobre 30 jugadores (edad = 25,02 ± 6,39) de la selección argentina masculina de BSR, entre febrero 2022 y octubre 2023, en Argentina.

Se recopiló información básica para los datos demográficos, la clasificación deportiva, el historial de lesiones, la mano hábil dominante y aquellos relacionados con la frecuencia, duración e intensidad de la práctica deportiva. La intensidad se valoró utilizando la escala de esfuerzo percibido (RPE) en entrenamientos (Fuentes-Azpiroz, Iturricastillo, Lizundia & Granados-Domínguez, 2022; Muraki, Tsunawake, Hiramatsu & Yamasaki, M., 2000). También, se midió la longitud de los miembros superiores, registrando la distancia entre el proceso del acromion y la parte más distal de la mano (Aissaoui, Boucher, Bourbonnais, Lacoste & Dansereau, 2001), calculando para el análisis los valores promedio de tres mediciones (Xu et al., 2023). Las características de la muestra pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de la muestra

Clase deportiva	1.0 - 2.0	2.5 - 3.5	4.0 - 4.5	Total
Participantes (n; %)	12 (40%)	12 (40%)	6 (20%)	30 (100%)
Edad en años (Media ± SD)	22,39 ± 3,81	28,17 ± 5,47	23,97 ± 9,84	25,02 ± 6,39
Mano dominante				
Derecha	11 (91,7%)	8 (66,7%)	4 (66,7%)	23 (76,6%)
Izquierda	1 (8,3%)	3 (25,0%)	2 (33,3%)	6 (20,0%)
Ambidiestro	-	1 (8,3%)	-	1 (3,3%)
Longitud miembro superior (cm)				
Derecho (Media ± SD)				
Izquierdo (Media ± SD)	76,54 ± 2,33	78,33 ± 3,88	78,38 ± 3,56	77,62 ± 3,28
	74,85 ± 4,24	78,08 ± 3,64	77,60 ± 3,66	76,69 ± 4,07
Equipamiento				
Usuario silla de ruedas	10 (83,3%)	8 (66,7%)	1 (16,7%)	19 (63,3%)
Sólo silla deportiva	2 (16,7%)	4 (33,3%)	5 (83,3%)	11 (36,7%)
Frecuencia de entrenamiento				
2 veces por semana o menos	-	2 (16,7%)	2 (33,3%)	4 (13,3%)
3 veces por semana	5 (41,7%)	3 (25,0%)	2 (33,3%)	10 (33,3%)
4 veces por semana o más	7 (58,3%)	7 (58,3%)	2 (33,3%)	16 (53,3%)
Duración entrenamiento (h)				
Entre 1 y 2 hs.	3 (25,0%)	4 (33,3%)	-	7 (23,3%)
Entre 2 y 3 hs.	7 (58,3%)	5 (41,7%)	5 (83,3%)	17 (56,7%)
Más de 3 hs.	2 (16,7%)	3 (25,0%)	1 (16,7%)	6 (20,0%)
RPE en entrenamientos (Media ± SD)	7,83 ± 0,94	7,83 ± 0,94	7,83 ± 1,83	7,83 ± 1,12
Antigüedad en el deporte competitivo				
2 años o menos				
3 a 4 años	3 (25,0%)	-	1 (16,7%)	4 (13,3%)
5 años o más	2 (16,7%)	1 (8,3%)	1 (16,7%)	4 (13,3%)
	7 (58,3%)	11 (91,7%)	4 (66,7%)	22 (73,3%)

cm = centímetros; h = horas; SD = Desvío estándar; RPE = Escala de esfuerzo percibido

Procedimiento

Con el fin de construir la muestra del estudio, se seleccionó el método de muestreo por conveniencia (Fuentes-Azpiroz, Iturricastillo, Lizundia & Granados-Domínguez, 2022). Los criterios de inclusión fueron: (a) inicio de práctica deportiva competitiva de nivel nacional de más de 1 año y entrenamiento al menos dos veces por semana; (b) edad de 15 a 45 años; (c) sin antecedentes de lesión deportiva dentro de los 3 meses previos; y (d) no manifestar dolor durante la prueba.

Además, se efectuaron un total de 64 mediciones para analizar la confiabilidad inter-evaluador (n=32) e intra-evaluador (n=32) del SMRT. Para minimizar el sesgo, los participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los evaluadores el día 1. El día 2 (24 a 48 horas después) todos los participantes, asignados al azar, fueron examinados por un evaluador diferente para medir la confiabilidad inter-evaluador, o por el mismo operador para medir la confiabilidad intra-evaluador. Cada examinador registró individualmente las mediciones y fue cegado a los resultados del día 1. El objetivo de tener registros continuos en ambos casos fue considerar una fuente de variabilidad en la implementación del protocolo estandarizado, y el marco de tiempo de prueba y repetición se eligió para lograr un intervalo uniforme entre reevaluaciones (Promsorn & Taweetanalarp, 2021; Shaffer et al., 2013; Xu et al., 2023).

El procedimiento de la prueba fue llevado a cabo por dos evaluadores capacitados para implementar el SMRT, a través de ensayos exploratorios realizados previamente para familiarizarse con el método y el instrumento de medición. Ambos evaluadores, un fisioterapeuta (DB) y un preparador físico (KB), contaban con más de 10 años de experiencia en evaluaciones de rendimiento físico de campo (Plisky et al., 2009).

Todos los autores siguieron las reglas de la declaración de Helsinki y se utilizaron las directrices GRRAS para la presentación de informes de estudios sobre confiabilidad y concordancia (Kottner et al., 2001). A todos los participantes se los invitó a leer y firmar el formulario de consentimiento informado, indicando su participación voluntaria.

Instrumento

El SMRT es una prueba funcional que desafía el alcance máximo con los miembros superiores desde la postura de sentado. El SMRT se realizó con el sujeto sentado en su silla de ruedas de juego, sobre el centro de una X trazada en el piso que coincidió con una línea vertical proyectada desde el borde lateral del respaldo de la silla del lado del miembro superior a evaluar. Cada línea proyectó 3 diagonales del lado a evaluar, extendidas a 45 grados del centro de éste. Para identificar el plano anterior se trazó una recta en la intersección de las líneas a 45 grados, por donde se hizo coincidir el eje de las ruedas grandes de la silla de ruedas para establecer la posición inicial. Las 3 líneas colocadas en la X se etiquetaron según la dirección de la excursión concerniente al miembro superior desplazado: anteromedial (AM), anterolateral (AL), y posterolateral (PL) (Figura 1).

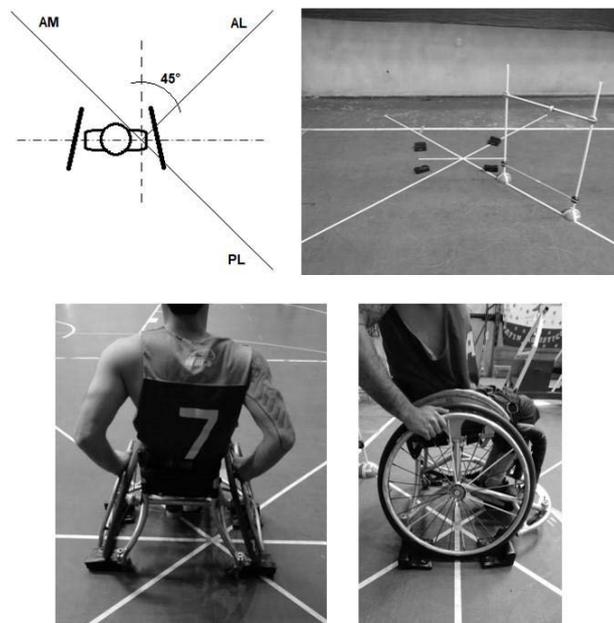


Figura 1. Proyección de las 3 diagonales extendidas a 45°: Anteromedial (AM), Anterolateral (AL), y Posterolateral (PL), con eje transversal que divide plano anterior de posterior; y posicionamiento inicial del sujeto a evaluar.

El trazado de las líneas de referencia en el piso se construyó en un espacio adecuado para el desarrollo de la prueba usando cinta adhesiva de 2 cm de ancho, dentro de un cuadrado de 5 m por 5 m en una superficie regular y de piso duro. Sobre estas diagonales se colocó el instrumento de medición que consiste en un tubo de cloruro de polivinilo (PVC) marcado en incrementos de 0,5 cm para la medición, paralelo al piso y a la altura del acromion del deportista (Magnani, Cliquet, Junior & de Abreu, 2017), que estandariza la altura de alcance, es decir, qué tan lejos del suelo está la mano de alcance. Este tubo cuenta con un objetivo (indicador de alcance) a lo largo de la tubería que sirve para que el deportista deslice en la ejecución, cuantificando la distancia del desplazamiento. El indicador permanece sobre la cinta métrica después de realizar la prueba, lo que hace que la determinación de la distancia de alcance sea más precisa (Plisky et al., 2009).

Antes de que el sujeto comenzara la prueba, el examinador realizó una demostración verbal y visual del procedimiento del test. Para familiarizarse con la tarea, cada sujeto efectuó 3 ensayos de práctica en cada una de las 3 direcciones para cada miembro superior. Después de los ensayos de práctica, los sujetos debieron ejecutar un calentamiento previo, que consistió en desplazamientos suaves de 5 minutos y posteriormente estiramientos de los músculos pectorales, dorsales y tríceps antes de la evaluación. Todos los sujetos utilizaron su silla de ruedas deportiva y su sistema de amarres habitual durante la realización de la prueba.

El sujeto debió empujar el indicador del instrumento hasta el punto más lejano posible sobre la dirección que se evaluó, asegurándose lograr la estabilidad postural con un control neuromuscular adecuado (Hertel, Braham, Hale & Olmsted-Kramer, 2006). Para esto, el evaluador debió observar la cadencia en la ejecución mientras se conseguía la posición de mayor alcance y el regreso a la posición central después del intento (Plisky et al., 2009). La silla se mantuvo fija durante la ejecución colocando topes en forma de cuña para las ruedas, y el deportista permaneció cómodamente sentado al inicio de la prueba (Magnani, Cliquet, Junior & de Abreu, 2017).

Para mejorar la reproducibilidad de la prueba y establecer un protocolo de prueba consistente, se desarrolló y utilizó un orden de prueba estándar. La secuencia se completó como anteromedial (AM), anterolateral (AL) y posterolateral (PL), primero con el miembro superior derecho y luego con el izquierdo, y a los participantes se les permitió un máximo de 6 intentos para obtener 3 intentos exitosos en cada dirección de alcance (Shaffer et al., 2013).

Instrucciones

Se ordenó al deportista que colocara el miembro superior de ejecución a 90 grados de flexión de hombro, con la mano abierta y en plano indiferente, sobre cada dirección. El sujeto debió iniciar cada intento con la espalda bien apoyada sobre el respaldo de la silla. El evaluador registró la posición inicial en la regla de medición colocando el instrumento en 0 (cero) y en contacto con la parte más distal de la mano. Esta posición inicial permaneció fija durante los intentos en cada dirección (Figura 2). Se indicó al deportista que "alcance lo más que pueda sin perder control de la ejecución, y en un movimiento continuo de ida y vuelta" manteniendo la vista en el objetivo. Los sujetos también debieron mantener el brazo extendido a la altura del hombro con la mano apuntando en la dirección del alcance durante todo el tiempo de ejecución, hasta el regreso a la posición inicial. Al ser una prueba que mide el rendimiento o la performance de alcance, a todos los sujetos se les permitió una estrategia de movimiento de alcance autoseleccionada (Promsorn & Taweetanalarp, 2021), y utilizar la extremidad superior que no se evalúa como recurso para el contrapeso, apoyarse o agarrarse. Se concedió un descanso de 10 segundos entre cada intento. La distancia máxima de alcance se midió leyendo la cinta métrica en el borde del indicador de alcance, en el punto donde llega la parte más distal de la mano. Todas las medidas se registraron con el incremento más cercano de 0,5 cm (Gorman et al., 2012). Se realizaron tres pruebas válidas y se puntuó con el promedio de las tres (Kattilakoski et al., 2023).

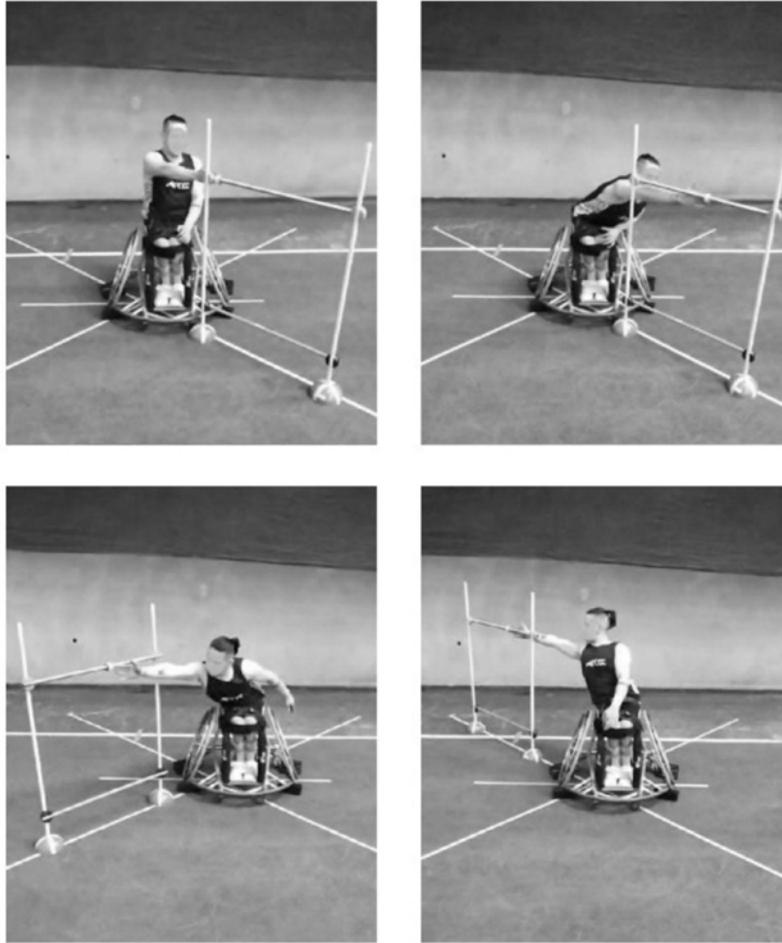


Figura 2. Posicionamiento inicial y direcciones de alcance anteromedial (AM), anterolateral (AL) y posterolateral (PL) para miembro superior derecho.

Intento nulo

Los alcances que no fueron realizados en un movimiento continuo de ida y vuelta, al igual que aquellos que implicaron pérdida del control neuromuscular durante la ejecución (ej.: mover el instrumento de medición por no contactar sólo el indicador de alcance), fueron desechados y repetidos. En todo momento se debió mantener contacto con el indicador de alcance hasta lograr la máxima distancia, sin ser impulsado para hacerlo deslizar sin contacto. Este intento también se consideró nulo.

Análisis estadístico

Se realizaron estadísticas descriptivas para cada uno de los datos demográficos de los sujetos y las variables estudiadas. Los datos se presentaron como medias con desviaciones estándar (SD) o frecuencias con porcentajes. La distancia de alcance se normalizó con la longitud de las extremidades para permitir comparaciones con futuros estudios. Para expresar la distancia de alcance como porcentaje de la longitud de la extremidad, el valor normalizado se calculó como la distancia de alcance dividida por la longitud de la extremidad y luego multiplicada por 100 (Alshehre, Alkhathami, Brizzolara, Weber & Wang-Price, 2021). La distancia de alcance normalizada compuesta fue la suma de las tres direcciones de alcance (AM, AL y PL) dividida por tres veces la longitud de la extremidad y luego multiplicada por 100 (Shaffer et al., 2013).

Se utilizó un coeficiente de correlación intraclass (ICC(3,1)) para evaluar la confiabilidad relativa intra-evaluador y un ICC(2,1) para evaluar la confiabilidad relativa entre evaluadores, para cada una de las distancias de alcance normalizadas

(Koo & Li, 2016; Plisky et al., 2009). Los datos del ICC se informaron como valores absolutos e intervalos de confianza (IC) del 95%. Para la valoración del ICC se consideró la sugerencia de Koo & Li (2016) donde un ICC < 0,5 es pobre; 0,5 - 0,75 es moderado; 0,75 - 0,9 es bueno y > 0,9 es excelente. El error estándar de medición (Standar Error Measurement, SEM) y el cambio mínimo detectable (Minimal Detectable Change, MDC) se emplearon para evaluar la confiabilidad absoluta del alcance en cada dirección y la puntuación compuesta (Foldager, Aslerin, Bæ Kdahl, Tønning, & Mechlenburg, 2023). Fueron calculados de la siguiente manera: $SEM = [SD \times \sqrt{(1 - ICC)}]$ y $MDC = [1,96 \times SEM \times \sqrt{2}]$ donde SD representa la desviación estándar agrupada y 1,96 es la puntuación correspondiente para intervalo de confianza del 95% (Greenberg, Barle, Glassmann, & Jung, 2019). El SEM y el MDC se informaron como valores absolutos en centímetros y como porcentaje sobre el valor medio de la variable para permitir la comparación con otros estudios (Foldager et al., 2023). Con el objeto de examinar la existencia de diferencias test-retest y entre evaluadores en las mediciones normalizadas en cada dirección de alcance y en las puntuaciones compuestas, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas. El ajuste a la distribución normal y la homogeneidad de las varianzas se verificaron con los test de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. El nivel de significancia estadística fue establecido en $p \leq 0,05$. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat (v2017.1.2).

Resultados

El puntaje de alcance en cada dirección y la puntuación compuesta para las medidas promedio y normalizadas de las extremidades derecha e izquierda se informan en la Tabla 2. No se detectaron diferencias significativas test-retest y entre evaluadores al analizar los tres alcances y su valor compuesto ($p > 0,05$). La confiabilidad intra-evaluador osciló entre 0,95 y 0,98 en las tres direcciones de la prueba y en la puntuación compuesta, reflejando una excelente confiabilidad relativa. La dirección de alcance que produjo la confiabilidad intra-evaluador más alta fue la AM (0,97-0,98), mientras que la que arrojó la confiabilidad test-retest más baja fue la PL (0,95-0,96). El SEM fue de 1-2 cm, correspondiente al 3-6% si se considera el valor medio de la variable. El MDC fue de 3-5 cm, representando un 9-16%. El SEM y el MDC para las tres direcciones de la prueba y la puntuación compuesta pueden observarse en la Tabla 3.

Tabla 2. Resultados test-retest de un mismo evaluador y entre Evaluador 1 y Evaluador 2 de la prueba SMRT

	Media de alcance en cm (SD)		Media de alcance normalizada* (SD)	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
Test				
Anteromedial	48,5 (10,9)	47,2 (9,9)	62,5 (13,7)	61,7 (12,0)
Anterolateral	38,6 (6,8)	38,7 (7,6)	49,8 (8,7)	50,7 (9,7)
Posterolateral	29,3 (7,5)	28,3 (8,1)	37,8 (9,4)	37,1 (10,3)
Compuesta	116,4 (21,6)	114,2 (22,6)	50,0 (9,0)	49,8 (9,3)
Re-Test				
Anteromedial	48,7 (11,0)	47,3 (10,0)	62,6 (13,7)	61,8 (12,0)
Anterolateral	38,7 (6,8)	38,2 (8,0)	49,7 (8,8)	50,0 (10,4)
Posterolateral	30,2 (6,9)	28,8 (8,1)	38,8 (8,7)	37,6 (10,1)
Compuesta	117,6 (20,8)	114,3 (23,4)	50,4 (8,8)	49,8 (9,6)
Evaluador 1				
Anteromedial	51,9 (9,7)	51,8 (8,7)	65,9 (10,7)	66,7 (9,6)
Anterolateral	41,9 (7,9)	41,4 (6,5)	53,3 (9,0)	53,3 (7,4)
Posterolateral	28,2 (7,9)	29,8 (7,3)	35,8 (9,5)	38,4 (8,7)
Compuesta	122,1 (21,4)	123,1 (18,7)	51,7 (7,8)	52,8 (6,8)
Evaluador 2				
Anteromedial	52,6 (10,0)	52,0 (8,6)	66,7 (11,0)	66,9 (9,5)
Anterolateral	41,9 (7,8)	40,9 (6,9)	53,3 (9,3)	52,7 (8,1)
Posterolateral	28,6 (7,8)	29,7 (8,1)	36,3 (9,5)	38,3 (9,9)
Compuesta	123,1 (20,8)	122,7 (19,6)	52,1 (7,7)	52,6 (7,3)

cm = Centímetros; SD = Desvío estándar.

* Normalizada a la longitud de la extremidad expresado como porcentaje.

Tabla 3. Confiabilidad test-retest relativa (ICC) y absoluta (SEM y MDC) entre mediciones de un mismo evaluador de la prueba SMRT.

Extremidad	ICC _(3,1) (IC 95%)	SEM en cm (% distancia media de alcance)	MDC en cm (% distancia media de alcance)
Derecha			
Anteromedial	0,981 (0,962-0,991)	1,51 (3,10%)	4,18 (8,60%)
Anterolateral	0,965 (0,928-0,983)	1,28 (3,31%)	3,54 (9,16%)
Posterolateral	0,952 (0,901-0,976)	1,57 (5,29%)	4,36 (14,67%)
Compuesta	0,984 (0,968-0,992)	2,68 (2,29%)	7,44 (6,36%)
Izquierda			
Anteromedial	0,967 (0,933-0,984)	1,81 (3,83%)	5,01 (10,61%)
Anterolateral	0,966 (0,930-0,983)	1,44 (3,75%)	4,00 (10,40%)
Posterolateral	0,960 (0,917-0,980)	1,62 (5,68%)	4,49 (15,74%)
Compuesta	0,981 (0,962-0,991)	3,18 (2,78%)	8,80 (7,70%)

ICC = Coeficiente de correlación interclase; IC = Intervalos de confianza; SEM = Error estándar de medición; MDC = Cambio mínimo detectable.

Por su parte, la confiabilidad entre evaluadores osciló entre 0,91 y 0,98 en las tres direcciones de la prueba y en la puntuación compuesta, alcanzando un nivel excelente. La confiabilidad inter-evaluador más alta se obtuvo en la dirección AM (0,96-0,97), mientras que la dirección de alcance que proporcionó la confiabilidad inter-evaluador más baja fue la AL (0,91-0,94). El SEM fue de 1-2 cm, correspondiendo al 2-6% del valor medio de la variable, mientras que el MDC fue de 3-5 cm representando un 9-16%. El SEM y el MDC para las tres direcciones de la prueba y la puntuación compuesta se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Confiabilidad relativa (ICC) y absoluta (SEM y MDC) entre evaluador 1 y evaluador 2 de la prueba SMRT

Extremidad	ICC _(2,1) (IC 95%)	SEM en cm (% distancia media de alcance)	MDC en cm (% distancia media de alcance)
Derecha			
Anteromedial	0,972 (0,944-0,987)	1,65 (3,15%)	4,57 (8,74%)
Anterolateral	0,944 (0,884-0,972)	1,86 (4,42%)	5,14 (12,27%)
Posterolateral	0,975 (0,950-0,988)	1,24 (4,37%)	3,43 (12,11%)
Compuesta	0,984 (0,968-0,992)	1,12 (2,16%)	7,39 (6,03%)
Izquierda			
Anteromedial	0,963 (0,924-0,982)	1,67 (3,22%)	4,63 (8,91%)
Anterolateral	0,912 (0,820-0,957)	1,98 (4,81%)	5,49 (13,33%)
Posterolateral	0,952 (0,901-0,976)	1,69 (5,67%)	4,68 (15,71%)
Compuesta	0,977 (0,954-0,989)	1,26 (2,39%)	8,06 (6,56%)

ICC = Coeficiente de correlación interclase; IC = Intervalos de confianza; SEM = Error estándar de medición; MDC = Cambio mínimo detectable.

Discusión

Los hallazgos de este estudio sugieren que el SMRT es confiable entre mediciones y entre evaluadores, y podría ser una herramienta adecuada como prueba clínica para medir el rendimiento de alcance y para describir el volumen de acción en jugadores de BSR (Goldbeck, & Davies, 2000).

La confiabilidad relativa del SMRT intra-evaluador (0,95-0,98) y entre evaluadores (0,91-0,98) fue excelente en todas las direcciones y puntuaciones compuestas, sugiriendo consistencia entre la aplicación del test y el re-test, al igual que escasa variabilidad en las mediciones efectuadas por distintos examinadores. Estos resultados pueden deberse a que el SMRT es una prueba simple de realizar, al aprendizaje adecuado de la técnica de medición por parte de los evaluadores, y a que a todos los sujetos se les proporcionó una configuración y protocolo de prueba bien definidos. Las estimaciones de menor valor probablemente respondan a la diversidad en las estrategias motoras autoseleccionadas para lograr el mayor alcance, sobre todo en las direcciones PL y AL (Promsorn & Taweetanalarp, 2021). Con respecto a esto, al

conceder una estrategia de alcance autónoma durante la prueba, se podrían presentar dificultades al intentar evaluar con precisión qué criterios constituyen un alcance exitoso (Plisky et al., 2009). Establecer criterios bien definidos de una correcta ejecución durante la prueba y lograr mayor experiencia en su implementación puede ayudar a reducir estas variaciones.

En cuanto a las estimaciones de la confiabilidad absoluta intra-evaluador y entre evaluadores, los valores relativos del SEM estuvieron comprendidos entre 2 y 6%, mientras que los del MDC entre 9 y 16%. Estos resultados son similares a los reportados por Foldager et al. (2023), quienes calificaron como buena a la confiabilidad absoluta obtenida entre evaluadores y test-retest en una prueba de alcance con miembros inferiores (Foldager et al., 2023). El SEM representa el desvío estándar de las medidas repetidas en un mismo sujeto, mientras que el MDC representa el mínimo cambio real observado en una herramienta y que no es debido a un error de medición. Incrementar la cantidad de participantes podría mejorar la precisión de estas estimaciones (Fleiss, 2011).

Así como lo describen Plisky et al. (2009), tanto el indicador de alcance, con una altura estandarizada desde el suelo, como criterios de aprobación/falla bien definidos, y la capacidad del indicador de alcance de permanecer sobre la cinta métrica después de la ejecución, mejoran la reproducibilidad de la medición. Estas características también permiten al evaluador centrar la atención en observar al sujeto y, por lo tanto, evaluar apropiadamente la calidad del movimiento del deportista en cada ejecución (Plisky et al., 2009).

En este sentido, se ha mencionado que la influencia de las estrategias de compensación funcional puede impactar en los resultados de la correlación entre las medidas de alcance (Gauthier et al., 2012; Sprigle et al., 2007). Sin embargo, las tareas de alcance en las direcciones establecidas por el SMRT se diseñaron para representar mejor las actividades que realiza el jugador de BSR con los miembros superiores, simulando componentes de los gestos propios del deporte en múltiples posiciones (Sousa, Nascimento, Pozzi, Kardouni & Michener, 2023). Por este motivo, al sujeto se le permite que autoseleccione la estrategia motora que le proporcione el mayor alcance posible, tal como lo reproduciría durante la actividad deportiva.

Paralelamente, la prueba para uso clínico y con fines de detección debe capturar la mayor cantidad de información en el menor tiempo (Westrick, Miller, Carow & Gerber, 2012), y reflejar el control postural y las tareas funcionales de alcance que se realizan durante las acciones de juego propias del deporte (Sprigle et al., 2007). Gauthier et al. (2012) encontraron que la estabilidad postural multidireccional sentado en personas con lesión de la médula espinal, se puede predecir casi perfectamente evaluando las inclinaciones del tronco realizadas hacia las direcciones anterior, posterolateral izquierda y lateral derecha. Por lo tanto, las direcciones AM, AL y PL parecerían ser adecuadas para identificar el rendimiento individual del jugador en su volumen de acción y detectar asimetrías en las direcciones de alcance establecidas.

Por otro lado, este estudio midió el alcance mientras los sujetos estaban sentados en sus propias sillas de ruedas de juego, con variaciones individuales en las configuraciones de los asientos, amarres y cojines utilizados. La medición con estas características refleja una prueba clínica en la cual, el personal técnico deportivo y de salud pueden evaluar la interfase jugador-silla de ruedas y asiento, y la configuración del medio mecánico. La altura del respaldo, el ángulo entre el asiento y el respaldo, la inclinación del asiento y el tipo de componentes del mismo pueden afectar la capacidad funcional de una persona desde la silla de ruedas (Macchiarola et al., 2023). La mayoría de las veces, los ángulos, las alturas y la ubicación de los soportes secundarios se pueden cambiar fácilmente para mejorar la habilidad de un deportista (Sprigle et al., 2007). Futuras investigaciones podrían incluir un registro sistemático individualizado del medio mecánico utilizado en cada prueba para contemplar estas diferencias. Cabe aclarar que, aunque estos enfoques agregaron variación entre los sujetos, la decisión fue intencional, para representar mejor los entornos clínicos y deportivos en los que se utilizan sillas de ruedas, sistemas de asiento y sujeción, y estrategias de movimientos individualizadas (Sprigle et al., 2007).

Cabe aclarar que, aunque estos enfoques agregaron variación entre los sujetos, la decisión fue intencional, para representar mejor los entornos clínicos y deportivos en los que se utilizan sillas de ruedas, sistemas de asiento y sujeción, y estrategias de movimientos individualizadas (Sprigle et al., 2007).

En cuanto al rendimiento logrado en la prueba SMRT, es lógico interpretar que cuanto mayor es el desplazamiento, mejor es la capacidad de alcance desde la posición sentado (Gabison et al., 2014). Para la obtención de este parámetro se sugiere que se utilice el promedio de las tres repeticiones, a fin de mitigar posibles valores atípicos y considerar los efectos de aprendizaje que se observaron en otros estudios (Kottner et al., 2011). Por otro lado, al analizar la simetría con la prueba SMRT para ambos miembros superiores, los resultados podrían indicar que el rendimiento del deportista se encuentra alterado cuando existe una diferencia del 10% o más entre las distintas direcciones de alcance para cada extremidad (Olmsted, Carcia, Hertel, & Shultz, 2002).

Consideraciones metodológicas y limitaciones

Como principal limitación de este estudio puede señalarse la dificultad para ubicar al deportista en la posición inicial. Hacer coincidir el eje lateral del respaldo de la silla de ruedas en el centro de la intersección de las líneas trazadas en el piso, y luego posicionar el eje mayor de las ruedas grandes sobre la línea transversal de referencia en el suelo, puede generar un sesgo relevante entre evaluadores. Esto puede deberse a la inexperiencia del evaluador al implementar la prueba, y se podría reducir con una capacitación previa proporcionada por un evaluador experimentado.

También se ha observado que las tres repeticiones del mismo gesto condujeron a un mejor desempeño en términos de distancia de alcance. Teniendo en cuenta el número limitado de repeticiones durante las ejecuciones, es poco probable que la mejora pueda atribuirse al aprendizaje. Es posible que los deportistas hayan aumentado la confianza en su capacidad o se hayan familiarizado más con la tarea durante la ejecución, y esto les ha permitido operar más cerca de sus límites de acción. Esta tendencia se ha observado previamente en pruebas piloto y otras pruebas de alcance funcional (Marchesi et al., 2021). Para estas variaciones se propone considerar que, si entre los intentos existen al menos 5 cm de diferencia, se permita al participante realizar nuevos alcances hasta que el resultado no mejore por encima de dicho umbral (Kattilakoski et al., 2023).

Por otro lado, aunque en los estudios de referencia no se mencionan ejercitaciones de calentamiento previo, y a pesar de que se hicieron esfuerzos para controlar la influencia potencial de factores de confusión que puede afectar el rendimiento de SMRT, no se sistematizaron las ejercitaciones de precalentamiento. Estudios futuros podrían examinar el impacto de estos factores sobre el rendimiento en el SMRT.

Además, aceptar la autoselección de la estrategia motora para la compensación funcional puede representar otra fuente de sesgo en la medición, pero resulta difícil estandarizar una estrategia de movimiento permitida por la amplia variabilidad funcional en los jugadores de BSR.

Por último, existe la necesidad de expandir los datos arrojados por este análisis sobre muestras de mayor tamaño y en poblaciones variadas y en múltiples deportes. Esto permitiría una comparación de los resultados en el SMRT para determinar si existen diferencias en el rendimiento por deporte, sexo y edad, como se ha señalado anteriormente con otras pruebas funcionales (Plisky, Schwartkopf-Phifer, Huebner, Garner & Bullock, 2021). Con datos normativos y estudios prospectivos, también se podría determinar mejor si el SMRT puede establecer distancias de alcance aceptables para cada población y clase funcional deportiva. Se recomienda que los estudios futuros utilicen un protocolo de prueba estandarizado similar para que los resultados puedan ser comparados (Gorman et al., 2012).

Conclusiones

De acuerdo a los reportes de la bibliografía internacional, este es el primer estudio que analiza la confiabilidad intra e inter-evaluador de una prueba de campo original, diseñada para cuantificar el alcance funcional sentado en jugadores de BSR, considerando las variaciones individuales de las estrategias de movimiento y la interfase jugador-silla deportiva, asociadas con las tareas motoras que se ejecutan durante las acciones de juego.

El SMRT mostró una elevada fiabilidad intra e inter-evaluador y niveles mínimos de error de medición, constituyendo una herramienta válida para evaluar los límites de alcance con los miembros superiores y las asimetrías bilaterales en múltiples direcciones.

El análisis de la información obtenida en este estudio nos permitió caracterizar mejor a los jugadores. Aportar conocimientos sobre los factores que impactan en las habilidades motoras, promueve nuevas estrategias de abordaje y entrenamiento para optimizar el rendimiento y la performance competitiva en deportistas con discapacidad. Esperamos que los procedimientos descritos en este artículo contribuyan al diseño de herramientas de valoración para la clasificación funcional en este deporte.

Aplicaciones prácticas

El SMRT proporciona un método estandarizado de campo para que el personal técnico deportivo y de salud pueda cuantificar el rendimiento funcional de alcance en deportistas sobre silla de ruedas, identificar las limitaciones de movimiento y las asimetrías, informar sobre las capacidades motoras de manera integral y adecuar la toma de decisiones en lo que respecta al entrenamiento, equipamiento y manejo clínico/terapéutico del sujeto. Las métricas de error se pueden utilizar para determinar cambios significativos en el rendimiento y, a futuro, analizar su impacto sobre la incidencia de lesiones deportivas.

Además, las pruebas funcionales deben proporcionar una medida que no requiera una interpretación extensa y brindar adecuadamente la información necesaria para evaluar la capacidad funcional o el rendimiento físico. Ambos requisitos, reunidos por este test, son esenciales para el desarrollo de programas de rehabilitación y entrenamiento físico.

Referencias

- Aissaoui, R., Boucher, C., Bourbonnais, D., Lacoste, M., & Dansereau, J. (2001). Effect of seat cushion on dynamic stability in sitting during a reaching task in wheelchair users with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *82*(2), 274–281. <https://doi.org/10.1053/apmr.2001.19473>
- Alshehri, Y., Alkhatami, K., Brizzolara, K., Weber, M., & Wang-Price, S. (2021). Reliability and validity of the Y-balance test in young adults with chronic low back pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *16*(3), 628. <https://doi.org/10.26603/001c.23430>
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*, *45*(6), M192–M197. <https://doi.org/10.1093/geronj/45.6.m192>
- Field-Fote, E. C., & Ray, S. S. (2010). Seated reach distance and trunk excursion accurately reflect dynamic postural control in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*, *48*(10), 745–749. <https://doi.org/10.1038/sc.2010.11>
- Fleiss, J. L. (2011). Reliability of measurement. En *The design and analysis of clinical experiments* (pp.1-32). New York: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118032923>
- Foldager, F. N., Aslerin, S., BÆ, S., Tønning, L. U., & Mechlenburg, I. (2023). Interrater, test-retest reliability of the Y balance test: A reliability study including 51 healthy participants. *International Journal of Exercise Science*, *16*(4), 182.
- Fuentes-Azpiroz, M., Iturracastillo, A., Lizundia, M. & Granados-Domínguez, C. (2022). Relationship between rate perceived exertion and anthropometric and physical changes in wheelchair basketball. *E-Balonmano Com Journal Sports Science*, *18*(1), 45-54. <https://doi.org/10.17398/1885-7019.18.45>
- Gabison, S., Verrier, M. C., Nadeau, S., Gagnon, D. H., Roy, A., & Flett, H. M. (2014). Trunk strength and function using the multidirectional reach distance in individuals with non-traumatic spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*, *37*(5), 537–547. <https://doi.org/10.1179/2045772314Y.0000000246>
- Gauthier, C., Gagnon, D., Jacquemin, G., Duclos, C., Masani, K., & Popovic, M. R. (2012). Which trunk inclination directions best predict multidirectional-seated limits of stability among individuals with spinal cord injury? *The Journal of Spinal Cord Medicine*, *35*(5), 343–350. <https://doi.org/10.1179/2045772312Y.0000000039>
- Goldbeck, T. G., & Davies, G. J. (2000). Test-retest reliability of the closed kinetic chain upper extremity stability test: a clinical field test. *Journal of Sport Rehabilitation*, *9*(1), 35-45. <https://doi.org/10.1123/jsr.9.1.35>
- Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., & Kiesel, K. B. (2012). Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(11), 3043–3048. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182472fdb>
- Greenberg, E. T., Barle, M., Glassmann, E., & Jung, M. K. (2019). Interrater and test-retest reliability of the Y-balance test in healthy, early adolescent female athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *14*(2), 204–213. <https://doi.org/10.26603/ijpspt20190204>
- Hernández-Beltrán, V., Mancha-Triguero, D., Gómez-Carmona, C. D., & Gamonales, J. M. (2023). El uso de los dispositivos inerciales en baloncesto en silla de ruedas: revisión sistemática exploratoria. *E-Balonmano Com Journal Sports Science*, *19*(1), 21-33 <https://doi.org/10.17398/1885-7019.19.21>

- Hertel, J., Braham, R. A., Hale, S. A., & Olmsted-Kramer, L. C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 36(3), 131–137. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.3.131>
- IWBF Executive Council. (2021). Player classification manual. IWBF. v202110-02. Disponible en: <https://iwbf.org/wp-content/uploads/2022/12/2021-IWBF-Classification-Manual-Version-202212-12-small.pdf>
- Kattilakoski, O., Kauranen, N., Leppänen, M., Kannus, P., Pasanen, K., Vasankari, T., & Parkkari, J. (2023). Intrarater Reliability and Analysis of Learning Effects in the Y Balance Test. *Methods and Protocols*, 6(2), 41. <https://doi.org/10.3390/mps6020041>
- Katz-Leurer, M., Fisher, I., Neeb, M., Schwartz, I., & Carmeli, E. (2009). Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and Rehabilitation*, 31(3), 243–248. <https://doi.org/10.1080/09638280801927830>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kottner, J., Audigé, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., Hróbjartsson, A., Roberts, C., Shoukri, M., & Streiner, D. L. (2011). Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(1), 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.03.002>
- Lynch, S. M., Leahy, P., & Barker, S. P. (1998). Reliability of measurements obtained with a modified functional reach test in subjects with spinal cord injury. *Physical Therapy*, 78(2), 128–133. <https://doi.org/10.1093/ptj/78.2.128>
- Macchiarola, D., Megna, M., Quarta, F., Bianchi, F. P., Cipriano, R., Andrani, M., Ricci, V., Fiore, P., Ranieri, M., & Fari, G. (2023). With or without straps? A pilot study to investigate whether restraint devices affect the wheelchair basketball players' performance. *Prosthetics and orthotics international*, 47(5), 519–524. <https://doi.org/10.1097/PXR.0000000000000218>
- Magnani, P. E., Cliquet, A., Junior, & de Abreu, D. C. C. (2017). Postural control assessment in physically active and sedentary individuals with paraplegia. *Acta Ortopedica Brasileira*, 25(4), 147–150. <https://doi.org/10.1590/1413-785220172504160652>
- Marchesi, G., Ballardini, G., Barone, L., Giannoni, P., Lentino, C., De Luca, A., & Casadio, M. (2021). Modified Functional Reach Test: Upper-Body Kinematics and Muscular Activity in Chronic Stroke Survivors. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(1), 230. <https://doi.org/10.3390/s22010230>
- Muraki, S., Tsunawake, N., Hiramatsu, S., & Yamasaki, M. (2000). The effect of frequency and mode of sports activity on the psychological status in tetraplegics and paraplegics. *Spinal Cord*, 38(5), 309–314. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101002>
- Newton R. A. (2001). Validity of the multi-directional reach test: a practical measure for limits of stability in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(4), M248–M252. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.4.m248>
- Olmsted, L. C., Carcia, C. R., Hertel J., Shultz, S. J. (2002). Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 501–506.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 4(2), 92–99.
- Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International journal of sports physical therapy*, 16(5), 1190–1209. <https://doi.org/10.26603/001c.27634>
- Promsorn, S., & Taweetanalarp, S. (2021). The multi-directional reach test in children with Down syndrome. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 41(01), 65–74. <https://doi.org/10.1142/S1013702521500062>
- Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorenson, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military Medicine*, 178(11), 1264–1270. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
- Sousa, C. O., Nascimento, J. D. S., Pozzi, F., Kardouni, J. R., & Michener, L. A. (2023). Shoulder Performance Activity Test (SPAT) for People With Shoulder Pain: Feasibility, Reliability, and Validity. *Physical Therapy*, 103(3), pzad006. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzad006>
- Sprigle, S., Maurer, C., & Holowka, M. (2007). Development of valid and reliable measures of postural stability. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 30(1), 40–49. <https://doi.org/10.1080/10790268.2007.11753913>
- Stoudt H. W. (1973). Arm lengths and arm reaches: some interrelationships of structural and functional body dimensions. *American Journal of Physical Anthropology*, 38(1), 151–161. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330380129>
- Tooth, C., Schwartz, C., Ann, C., Croisier, J. L., Gofflot, A., Stephen, B., & Forthomme, B. (2024). Upper limb functional testing in athletes: a Delphi study. *Shoulder & Elbow*, 16(1_suppl), 89–99. <https://doi.org/10.1177/175857322211018>
- Westrick, R. B., Miller, J. M., Carow, S. D., & Gerber, J. P. (2012). Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 139–147.
- Xu, H. R., Zhang, Y. H., Mao, Y., Ngo, T. L., Zhang, Q., He, G., Feng, Z., Sun, W., & Wang, X. Q. (2023). Validity and reliability of upper extremity star excursion balance test in adolescent swimmers. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 21(2), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.02.003>