
TRABAJO FIN DE GRADO



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.

Curso Académico 2020-2021.

**Valoración de la función del tronco en deportistas
en silla de ruedas: una revisión sistemática.**

Alumno:

Marcos Ribera Carbonell.

Tutora Académica:

Amaya Prat Luri.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Búsqueda de artículos	2
Selección de estudios	2
RESULTADOS	2
Características de la muestra de los estudios incluidos	4
Estudios incluidos	4
Resultados generales de los test:	4
DISCUSIÓN	10
CONCLUSIÓN	11
APLICACIONES PRÁCTICAS	11
CONCLUSIÓN	14
ANEXOS	14
BIBLIOGRAFÍA	14



INTRODUCCIÓN

El sistema de clasificación de los deportes paralímpicos actual se basa en unos estándares estructurados los cuales están fundamentados en la evidencia científica (Vanlandewijck, Verellen y Tweedy, 2010). El objetivo de este sistema de clasificación reside en conseguir una competición justa entre todos los competidores, agrupando aquellas discapacidades que afecten de forma similar, evitando de esta manera que los atletas con discapacidad menos severa tengan mayores posibilidades de hacerse con la victoria (Tweedy y Vanlandewijck, 2011). Dentro de los diferentes deportes paralímpicos, podemos distinguir aquellos que se desarrollan en silla de ruedas, como el rugby, el baloncesto o la boccia, entre otros. Todos ellos comparten la mayoría de las deficiencias elegibles según los tipos de discapacidad que el código de clasificación contempla como la ataxia, la atetosis, la hipertonia, la deficiencia en extremidades, el déficit de fuerza muscular y el rango de movimiento.

Tanto el rugby como el baloncesto en silla de ruedas son deportes colectivos que se desarrollan en pista cubierta, en los cuales cada deportista es clasificado con una mayor puntuación cuanto menor sea el nivel de su discapacidad (Altmann et al., 2016). Si nos basamos en la literatura actual del deporte paralímpico y más concretamente en los deportes de silla de ruedas (a excepción de la boccia), encontramos que las acciones identificadas como determinantes en el rendimiento de estas disciplinas son: (1) la aceleración inicial, el tiempo resultante en los primeros 4 metros, (2) sprint de 10 metros, (3) la maniobrabilidad, es decir, el manejo y control de los movimientos con la silla (4) la inclinación de la silla a una rueda y (5), específicamente en el rugby, el golpeo a otra silla (Altmann et al., 2018; Frogley, 2010; Mason et al., 2010). Todas estas acciones, dependen en gran medida de la función del tronco de los deportistas, por este motivo, su correcta evaluación para la clasificación de los deportistas se ha convertido en un aspecto fundamental para conseguir un sistema de competición justo sin que el grado de discapacidad pueda dar ventajas a los menos afectados. En el rugby encontramos siete clasificaciones funcionales diferentes determinadas por una batería de 8 test utilizada en esta disciplina, que evalúan diferentes dimensiones de la función del tronco, que dependiendo de los resultados se asigna una clasificación por puntos llamada *Trunk Impairment Classification (TIC Score)*, con puntuaciones que van desde el 0.5 (más afectación) hasta 3.5 (menos afectación) con incrementos de 0.5 (Mason et al., 2019). Si bien el baloncesto sigue el mismo patrón anterior, los rangos de clasificación son ocho, comprendidos entre el 1.0 y 4.5 puntos con incrementos de 0.5 puntos basándose en los movimientos en los tres planos, que dependiendo de la función del tronco de cada sujeto podrá o no llevarlos a cabo. En función de estos aspectos, se les asignará una clasificación donde; en caso de que posea una función característica de dos grupos diferentes siendo capaz de llevar a cabo tareas propias de ambas clasificaciones se le puntuará con 0.5 puntos más añadidos a la clasificación más baja que sea capaz de completar sus test de evaluación. Esta puntuación de clasificación es de gran relevancia ya que después se utiliza en el reglamento de las diferentes modalidades deportivas. Esto es debido a que durante las competiciones no puede haber sobre la pista jugadores que en la suma de sus clasificaciones den un resultado mayor de 8.0 puntos para los cuatro jugadores el rugby (International Wheelchair Rugby Federation [IWRF], 2021) y 14.0 en el caso de los cinco jugadores de baloncesto (International Wheelchair Basketball Federation [IWBF], 2018). Por otro lado, la boccia es un deporte paralímpico con unas características diferentes a los anteriormente presentados, donde el objetivo final es lanzar las bolas lo más cerca posible de una bola blanca. Se juega con unas bolas de piel blandas y requiere unos altos niveles de precisión además de unas fuertes habilidades tácticas (Roldan, Barbado, Vera-García, Sarabia y Reina, 2020). La clasificación de este deporte aúna las afectaciones en 5 grupos según la severidad de las diferentes capacidades. Para evaluar la función del tronco en boccia (Roldan et al., 2020) propusieron validar un protocolo denominado como las BISFed Trunk Functional Scale (BISFed TFS) que consiste en una serie de test basados en tareas de alcance para encontrar los

límites de estabilidad del tronco en acciones de flexión de tronco, rotación a ambos lados e inclinaciones laterales del tronco a izquierda y derecha.

Como se desprende de lo anteriormente expuesto, la función del tronco es un aspecto altamente relevante en los diferentes deportes paralímpicos, ya que tiene un gran impacto en el desempeño de diferentes actividades realizadas desde una posición de sedestación (Chen et al., 2003). Por lo tanto, encontramos que la función del tronco posee un papel especialmente relevante en los deportistas que participan en modalidades deportivas en silla de ruedas donde diferentes capacidades de la función del tronco como la fuerza, la estabilidad y el rango de movimiento van a influir en la capacidad funcional de los deportistas.” (S. Santos et al., 2017). Por ello y desde hace un tiempo la evaluación de la función del tronco se ha convertido en un foco de investigación (e.g., Altmann et al., 2013; Altmann et al., 2014) con la intención de obtener más información que optimicen los sistemas de clasificación con respecto a la función del tronco que tienen los deportistas. No obstante, actualmente no existe una batería de test para la valoración de la función del tronco que permita conocer su funcionalidad en los deportes paralímpicos en silla de ruedas.

Por todo lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo final de grado fue realizar una revisión sistemática para conocer la metodología empleada para valorar la función del tronco en el deporte paralímpico en silla de ruedas. El conocimiento del estado actual sobre esta temática podrá ayudar a conocer qué capacidades se evalúan habitualmente en este deporte y qué test se utilizan en mayor medida para evaluar la función del tronco, lo cual repercute de manera positiva en la clasificación deportiva de sus deportistas.

MÉTODO

Búsqueda de artículos

Para la búsqueda de los artículos de interés de la literatura, se examinaron las siguientes palabras clave: “*Wheelchair sports*”, “*Trunk stability*”, “*Trunk impairment*”, “*Assessment*” o “*Evaluation*” entre otros, con el fin de diseñar una fórmula y estrategia (Anexo 1) que combinándolas con los pertinentes marcadores booleanos, se llevase a cabo una búsqueda que arrojase el mayor número de artículos de interés en las tres bases de datos seleccionadas, adaptando dicha fórmula a las características y logaritmos que poseen cada una de estas. Concretamente, las bases de datos utilizadas fueron las siguientes: *Pubmed*, *SportDiscus* y *Scopus*.

Selección de estudios

Para que en la presente revisión se aceptasen los estudios encontrados en las ya anteriormente citadas bases de datos, no se tuvo en cuenta el año de publicación, puesto que la línea de revisión no posee actualmente una extensa literatura en cuanto al número de artículos se refiere, por lo que se decidió no discriminar por este factor. Dicho esto, todos los artículos encontrados sí debían cumplir una serie de criterios de inclusión como: (1) evaluar variables de la función del tronco (e.g. fuerza, resistencia rango óptimo de movimiento, etc) (2) los sujetos que componen la muestra debían de ser deportistas en silla de ruedas.

RESULTADOS

Se encontraron un total de 75 artículos potencialmente relevantes entre todas las bases de datos utilizadas, todos ellos cumplían con el factor de búsqueda por título y resumen. Tras

aplicar el filtro de duplicados 63 artículos fueron finalmente seleccionados para una lectura completa.

Posteriormente se procedió a llevar a cabo el cribado manual por título y resumen donde aplicar los criterios de inclusión se desecharon (1) un total de 26 artículos que no presentan ningún tipo de valoración del tronco, y (2) un total de 27 artículos debido a que la muestra seleccionada no eran deportistas en silla de ruedas. Por último se revisaron los artículos restantes en profundidad, quedando finalmente incluidos un total de 10 artículos que cumplían con todos los requisitos expuestos anteriormente: (Altmann et al., 2016; Altmann et al., 2017; Altmann et al., 2018; Kouwijzer et al., 2020; Özünlü y Ergun, 2012; Roldan et al., 2020; P. Santos et al., 2017; S. Santos et al., 2016; S. Santos et al., 2017; Viorel, 2018). En la Figura 1, se puede observar el proceso por el cual han pasado los artículos, desde su identificación, posterior cribado y elegibilidad teniendo como resultado los estudios finalmente incluidos en la presente revisión sistemática.

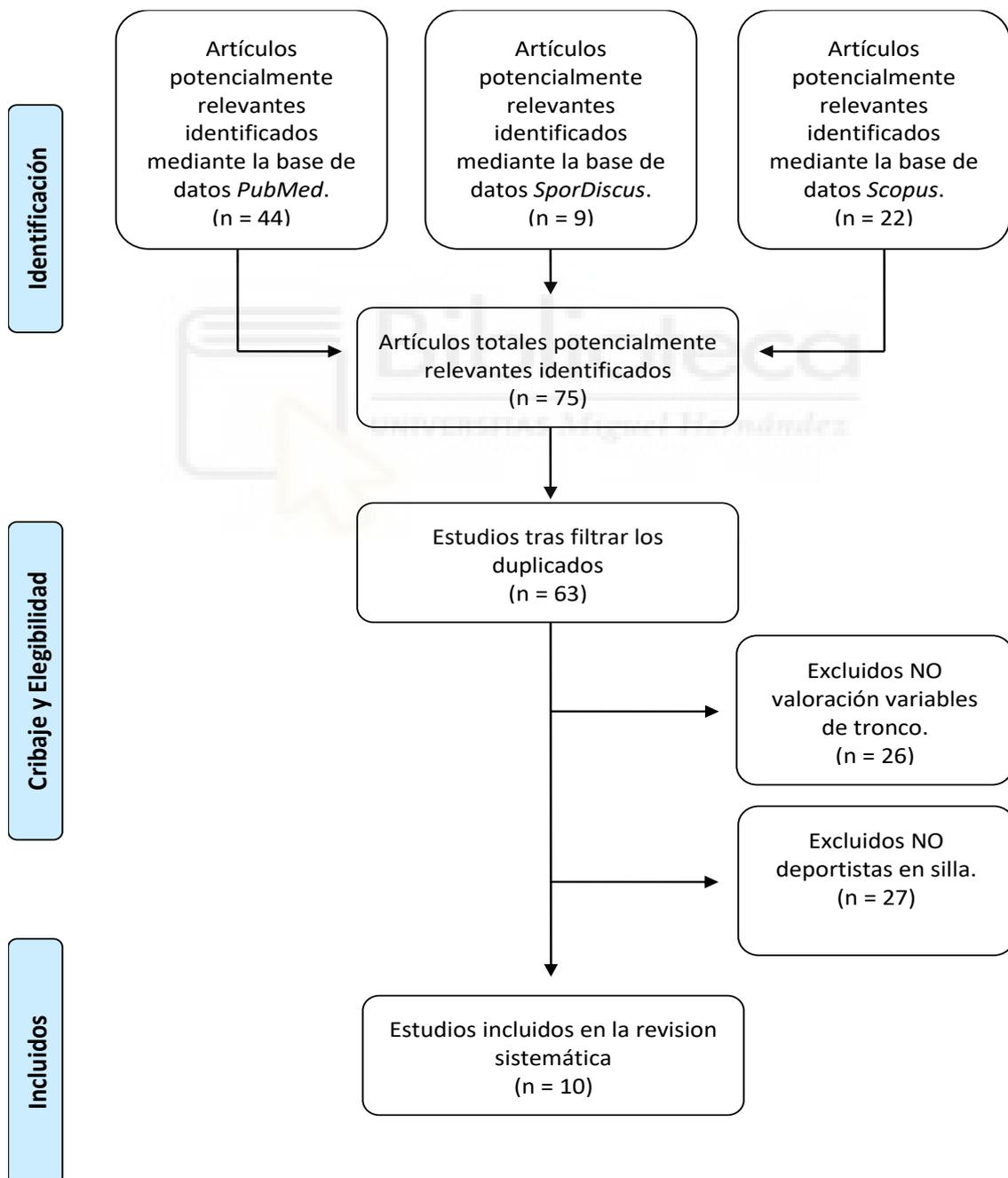


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de estudios incluidos en la revisión sistemática.

Características de la muestra de los estudios incluidos

Cada uno de los estudios seleccionados que conforman esta revisión sistemática posee un número diferente de deportistas evaluados, por lo que aunando la muestra de cada uno de ellos conseguimos un total de 383 deportistas en silla de ruedas que participaron en las diferentes evaluaciones realizadas por los investigadores. Estos sujetos conforman un grupo con una enorme heterogeneidad en muchos aspectos como por ejemplo la edad, ya que encontramos deportistas de diferentes edades, aunque la edad media calculada está entorno a los 33 años. Además de esto, en cuanto al tipo de discapacidad también se encuentra una gran diversidad, puesto que como se ha explicado anteriormente, las deficiencias elegibles para estos deportes paralímpicos son muy variadas, encontrando deportistas con lesión medular, poliomielitis, espina bífida, daño neuromuscular, parálisis cerebral, amputaciones de miembros inferiores o esclerosis múltiple entre otras.

Estudios incluidos

Analizando los diez artículos incluidos en esta revisión sistemática encontramos diferentes capacidades y test utilizados para valorar la función del tronco. Por un lado utilizan test que miden los límites de estabilidad del tronco mediante tareas de alcance, existen diferentes estrategias, pero todos se basan en el desplazamiento del tronco desde una posición de sedestación en el plano sagital mediante la flexión y extensión del tronco como *el Functional Reach Test*, donde también se realizan desplazamientos en el plano frontal con inclinaciones laterales a izquierda y derecha (Özünlü y Ergun, 2012; P. Santos et al., 2017), estos protocolos son los más utilizados, repitiéndose hasta en seis de los diez estudios incluidos (Altmann et al., 2016; Kouwijzer et al., 2020; Özünlü y Ergun, 2012; Roldan et al., 2020; P. Santos et al., 2017; S. Santos et al., 2017). Otro estudio evaluó la estabilidad del tronco mediante una plataforma de fuerzas, obteniendo el centro de presiones de cada uno de los sujetos en tareas de desplazamiento del tronco anterioposteriores, medio-laterales y circulares con y sin feedback (Roldan et al., 2020). Por último, algunos estudios también evaluaron la fuerza máxima de la musculatura del tronco mediante la dinamometría isocinética, siendo estos los segundos protocolos más utilizados en la literatura, donde los deportistas realizan contracciones máximas en los movimientos de flexión y extensión del tronco (Altmann et al., 2016) Asimismo, algunos estudios también utilizan test que evalúan capacidades importantes en el rendimiento de estas disciplinas como los test de sprint, los test de giro, los test de inclinación de la silla, etc. Pese a que el tronco participa en el desarrollo de estas tareas, se desconoce en qué medida contribuyen para el resultado de estas. En la Tabla 1 encontramos las características de los estudios con la muestra y la modalidad deportiva que estos practican, las capacidades evaluadas y los test utilizados para evaluar la función del tronco así como los principales resultados de los estudios.

Resultados generales de los test:

En cuanto a los resultados obtenidos en los diferentes estudios, cabe destacar el hecho de que todos los estudios que evalúan la función del tronco de manera específica comparando los grupos de clasificaciones encuentran diferencias significativas en el rendimiento, tanto en los test que miden los límites de estabilidad del tronco como en la prueba de fuerza máxima de la musculatura del tronco utilizando la dinamometría isocinética a excepción del estudio de Altmann et al., (2016) que no encontró diferencias significativas entre los grupos con discapacidad más severa de los de menor severidad en el primer protocolo de límites de estabilidad. Por otro lado, aquellos estudios que combinan instrumentos de evaluación específicos de la función del tronco con otros no específicos también coinciden en que cuanto mayor es la función del tronco del deportista mejores valores registra en factores de rendimiento de la modalidad deportiva. Las evaluaciones realizadas y los resultados extraídos de estas pueden encontrarse con mayor detalle en la tabla 1.

Tabla 1. Evaluaciones y resultados de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Estudio	Muestra	Objetivos	Evaluaciones	Resultados
(Altmann et al., 2016)	N total: 34 jugadores de rugby y de baloncesto en silla.	Evaluar la validez del constructo de la TIC utilizando instrumentos objetivos para su análisis	<p>Específicas de la función del tronco:</p> <p>Estabilidad estática del tronco: Sin apoyar brazos ni respaldo, sentados en posición de rodillas y cadera a 90° sobre plataforma de fuerzas, tras cruzar los brazos en el pecho debían mantener la posición lo más quieta posible durante 30 segundos. Límites de estabilidad del tronco: Misma posición anterior pero los brazos sobre los hombros ipsilaterales, debían de viajar con el tronco tan lejos como fuese posible en las diferentes direcciones; antero-posterior, izquierda-derecha, izquierda-derecha en oblicuo hacia delante y hacia detrás. Fuerza isométrica máxima de la musculatura del tronco: Con la misma Posición inicial y los brazos cruzados en el pecho debían hacer la máxima fuerza posible en las diferentes direcciones (flexo – extensión del tronco e inclinaciones laterales a izquierda y derecha).</p>	En cuanto a la estabilidad estática del tronco, no se reveló un efecto significativo entre las puntuaciones más altas y más bajas. Los límites de estabilidad del tronco demostraron un efecto significativo entre las TIC en la dirección de flexión en oblicuo hacia delante y extensión hacia detrás, además de diferencias en las distancias del movimiento del tronco entre las puntuaciones más altas y las más bajas. Conforme aumenta la inclinación del tronco, aumenta la puntuación del TIC. Lo que respecta a la fuerza máxima isométrica, a menor puntuación de TIC menor resultado del pico de fuerza.
(Altmann et al., 2017)	N total: 55. 26 jugadores de rugby, 26 de baloncesto y 3 que practicaban	Evaluar la relación de la <i>Trunk Impairment Score</i> (TIC) con las actividades que determinan el rendimiento en el rugby en silla por la	<p>Otras capacidades evaluadas</p> <p>Test de sprint de 10 metros: Desde posición de parado, arrancar y a máxima intensidad recorrer los 10 metros hasta pasar el segundo sensor en el menor tiempo posible. Test de inclinación de la silla: Mismo protocolo que el estudio anterior Altmann et al., 2018. Test de giro: Mismo protocolo que el test anterior salvo que al pasar el segundo sensor debe de recorrer</p>	La discapacidad del tronco fue más relevante en el tiempo para recorrer los dos primeros metros en sprint, la inclinación de la silla y el momento del sprint. Se determinó que atletas con mayor puntuación en la TIC tienen mejores registros en los test de

	ambos deportes.	discapacidad del tronco.	del	un semicírculo de 180º con un radio de 1.25 metros y volver al primer sensor.	sprint e inclinación de la silla que los grupos de menor puntuación
(Altmann et al., 2018)	N total: 27 de jugadores de rugby y de baloncesto en silla.	Determinar la relación entre la afectación a nivel del tronco y las actividades que determinan el rendimiento en el rugby en silla.	la	<p>Capacidades relacionadas con la función del tronco</p> <p>Fuerza isométrica máxima: Se evaluaba la flexión del tronco, la inclinación a izquierda y derecha. El test comenzaba desde una posición de sedestación (cadera y rodillas a 90º) con las manos en el pecho y los pies colgando, debían de ejercer la máxima fuerza de los movimientos indicados y mantenerla durante unos segundos.</p> <p>Otras capacidades evaluadas</p> <p>Test de inclinación de la silla: En la silla de calle, con las manos en el pecho debían de levantar lo máximo una de las ruedas manteniéndola en suspensión, se medía la distancia del eje hasta el suelo. Test de velocidad aceleración: debían de propulsarse lo más rápido posible desde una situación de parado y mantener la máxima velocidad 3-5 metros. Test de golpeo: Con una fórmula matemática que contempla el peso y la velocidad, determinaban la fuerza del impacto.</p>	Se encontró relación entre la media de fuerza máxima a ambos lados y la altura de la inclinación de la silla. Con diferencias significativas entre los grupos con mayor media de fuerza sobre los de menor media. También encontraron relación y diferencia significativa entre los grupos de mayor media en fuerza en la flexión hacia delante y la velocidad y la aceleración, consiguiendo mejores resultados.
(S. Santos et al., 2016)	N total: 42 jugadores de baloncesto en silla.	Identificar y correlacionar de manera cuantitativa la fuerza de musculatura del tronco y la clasificación de los jugadores de baloncesto en silla.	y de la	<p>Capacidades relacionadas con la función del tronco</p> <p>Fuerza máxima de la musculatura del tronco evaluada con dinamometría isoinercial: En posición erguida, con la cadera en 90º y las rodillas a 45º, haciendo coincidir el eje del dinamómetro con la cresta iliaca, los deportistas debían de ejercer la máxima fuerza sobre la barra tanto en la flexión como en la extensión, analizando el pico de torque y la ratio entre los valores de torque de la flexión y la extensión.</p>	Se observó que la fuerza de la musculatura del tronco aumenta de forma directamente proporcional al valor obtenido en la clasificación, siendo los sujetos con 1.0 menos fuertes a nivel de musculatura del tronco y los 4.0 más fuertes. Se encontró una diferencia significativa en la ratio de fuerza y el pico de torque entre las clases más bajas y las

más altas consiguiendo mejores valores las clases altas.

(Kouwijzer et al., 2020)
N total: 11 jugadores de rugby en silla.

Evaluar el efecto de la electroestimulación (ES) induciendo una co-contracción en la musculatura del tronco para su estabilidad y el rendimiento en rugby en silla.

Capacidades relacionadas con la función del tronco
Límites de estabilidad del tronco: Sentados en su silla del día a día sin ningún tipo de cinchas debían de empujar tan lejos como fuese posible unos tubos viajando con el tronco en dirección hacia delante, lateral a 90º y diagonal a 45º. Esto se hacía con y sin la electroestimulación sobre el recto del abdomen, oblicuos y erectores espinales.

Otras capacidades evaluadas
Rendimiento en habilidades del rugby en silla: Esta prueba incluía 5 test como la habilidad de pase, sprint de 20 metros, resistencia al sprint, vuelta a la pista de rugby y slalom.

El total de los alcances con la ES fueron significativamente mayores que sin la ES. Individualmente, solo el alcance en diagonal con el brazo dominante fue significativamente mayor con la ES. En cuanto al test de pase y habilidades de velocidad en el rugby no se encontraron diferencias significativas.

(Özünlü y Ergun, 2012)
N total: 66 jugadores de baloncesto en silla.

Evaluar los límites de estabilidad del tronco en individuos con discapacidad que juegan a baloncesto en silla.

Capacidades relacionadas con la función del tronco
Modificación del test funcional de alcance: Sentados de forma erecta, al lado de una pared con una cinta métrica a la altura del acromion y cinchados por los muslos, con los pies colgando, hombro flexionado a 90º y debe de viajar tan lejos como sea posible, manteniendo la posición 3 segundos y volviendo a la posición inicial. **Test de alcance bilateral:** Mismo protocolo que en el test anterior, pero con ambos brazos de forma simultánea. **Test de alcance lateral:** Mismo protocolo salvo que los hombros se colocan en abducción de 90º y la cinta métrica se sitúa a las espaldas de los sujetos.

No se encontraron diferencias significativas en los resultados de los test entre los deportistas que sufrían poliomielitis y aquellos con amputaciones en miembros inferiores.

(Roldan et al., 2020)	N total: 36 jugadores de boccia.	Estudiar la fiabilidad entre los clasificadores cuando utilizan el <i>Trunk Function Scale</i> (BISFed TFS) para evaluar la función del tronco en jugadores de boccia y estudiar la sensibilidad del BISFed TFS y la posturografía en laboratorio para discriminar los jugadores con discapacidad más severa de las menos severas.	<p><u>Capacidades relacionadas con la función del tronco</u></p> <p>BISFed TFS: Sentados erguidos en el banco se les pidió que inclinasen el tronco y se alejasen lo máximo posible hacia adelante sin caer ni apoyarse, a los lados y girando para evaluar la rotación de tronco.</p> <p>Batería de test posturográfica con respecto a la estabilidad del tronco: Los participantes se sentaban sobre una silla de madera colocada sobre la plataforma de fuerzas, cruzando los brazos pegándolos al pecho todo lo posible, cinchados a la altura de la cadera y los tobillos. Esta batería tenía 5 test, dos estáticos manteniéndose tan quietos como fuese posible (con y sin feedback visual) y tres tareas dinámicas con feedback visual siguiendo el punto que aparecía en pantalla con el punto que representaba su propio centro de presiones (desplazamiento medio – lateral; antero – posterior y circular)</p>	La fiabilidad inter-classificador mediante el BISFed TFS fue muy positiva puesto que el 94.44% de los clasificadores evaluaron a los sujetos del mismo modo. En cuanto a la validez entre el BISFed TFS y la posturografía demostró que la clase menos severa poseía mayor función de tronco y que existía una correlación negativa entre BISFed TFS y dos de las tareas posturográficas (Dinámico medio – lateral y dinámico circular). Además, se observó que era poco sensible para discriminar entre la severidad de las discapacidades.
(P. Santos et al., 2017)	N total: 28 jugadores de rugby en silla.	Evaluar la influencia de la clasificación en el rugby en silla y la competencia del nivel de los límites de estabilidad sentados de los deportistas.	<p><u>Capacidades relacionadas con la función del tronco</u></p> <p>Límites de estabilidad del tronco: Los deportistas se situaron sentados sobre la plataforma de fuerzas y con los pies sin tocar el suelo, debían de llevar el tronco tan lejos como fuese posible en las 8 direcciones marcadas por la pantalla y volver a la posición inicial tres veces.</p>	La diferencia entre grupos de expertos y nóveles no afecta significativamente a los resultados del test de límites de estabilidad. Se encontraron mayores distancias en las direcciones en aquellos sujetos con mayor puntuación de clasificación

(S. Santos et al., 2017)	N total: 42 jugadores de baloncesto en silla.	Identificar las diferencias en la fuerza muscular del tronco y su estabilidad entre varias clases de jugadores en baloncesto en silla y determinar si estos parámetros correlacionan con la actual base científica de la clasificación del deporte.	<p align="center">Capacidades relacionadas con la función del tronco</p> <p>Test de la fuerza máxima de la musculatura del tronco: Se llevó a cabo de forma isométrica, sentados con las caderas a 90º y las rodillas a 45º, los sujetos debían de colocar sus manos alrededor de la barra del pecho, con el eje del dinamómetro calibrado a la altura de la cresta iliaca de cada sujeto, debían de aplicarla máxima fuerza para realizar movimientos de flexión y extensión repetidas 5 veces.</p> <p>Límites de estabilidad: Se utilizó el protocolo adaptado (algunos sujetos eran incapaces de mantenerse sentados) sentados en un banco de 63cm, con las caderas y rodillas a 90º y los brazos en posición anatómica al lado del cuerpo, con los pies sin tocar el suelo, debían de inclinar el tronco tanto como les fuese posible en las 8 direcciones indicadas por los investigadores (flexo – extensión en plano sagital y inclinaciones laterales a izquierda y derecha).</p>	El test de fuerza demostró que las medias del pico de fuerza en la flexo – extensión aumentaban de forma significativa progresivamente con las clases de los atletas, teniendo menor pico de fuerza la clase 1 y mayor la clase 4. Respecto a los resultados del test de límites de estabilidad, observaron que las mayores inclinaciones las consiguen las clases más altas.
(Viorel, 2018)	N total: 42 jugadores de baloncesto en silla.	Identificar y correlacionar de forma cuantitativa las medidas de fuerza de la musculatura del tronco de los jugadores de baloncesto en silla con su clasificación.	<p align="center">Capacidades relacionadas con la función del tronco</p> <p>Test de la fuerza máxima de la musculatura del tronco: Sentados en posición erecta, con caderas a 90º y rodillas a 45º y cinchados al asiento, el eje del dinamómetro se calibró a la altura de la cresta iliaca con un límite de movimiento de 15º en la flexión y la extensión, los sujetos debían de aplicar la máxima fuerza posible a la barra que tenían a la altura del pecho para lograr inclinar el tronco hacia la flexión o la extensión y mantener esta fuerza durante 5 segundos. Tras esto se analizaron tanto el pico de fuerza como la ratio entre las fuerzas de los movimientos de flexión y extensión.</p>	Los resultados demostraron un aumento progresivo entre la fuerza de la musculatura del tronco de los sujetos y sus clasificaciones deportivas, siendo más fuertes los sujetos con mayor clasificación, de igual modo ocurría con la ratio entre la musculatura flexora y extensora.

N: Número de la muestra, **TIC:** *Trunk Impairment Classification*, **TIC:** *Trunk Impairment Score*, **ES:** Electroestimulación, **BISFed TFS:** *Trunk Function Scale of Boccia International Federation*.

DISCUSIÓN

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue conocer qué tipos de capacidades y de test se utilizan para la valoración de la función del tronco en las modalidades paralímpicas en silla de ruedas según la literatura actual, concretamente en el rugby, el baloncesto y la boccia. Generalmente en la mayoría de estudios se utilizaban diversos protocolos para la evaluación de los límites de estabilidad del tronco como por ejemplo el *Functional Reach Test*, además de evaluar la fuerza máxima de la musculatura del tronco con el uso de la dinamometría isoinercial. Con respecto a los estudios seleccionados se encontró una gran heterogeneidad, en primer lugar en cuanto a las características individuales de los así como en los instrumentos de medida utilizados para valorar la función del tronco.

Entre los diferentes aspectos evaluados de la función del tronco los estudios reportaron especialmente variables relacionadas con los límites de estabilidad del tronco, así como fuerza máxima de los grupos musculares del tronco. Estos test específicos tienen como premisa fundamental conocer los límites de la estabilidad del tronco, realizan tareas de alcance en diferentes movimientos, principalmente de flexión y extensión del tronco en el plano sagital y movimientos con inclinaciones laterales del mismo en el plano frontal. Para la valoración de estas tareas los estudios escogidos aplicaban diferentes test para medir la capacidad de los límites de estabilidad como por ejemplo el *Functional Reach Test*, adaptándolos según la idiosincrasia de los sujetos ya que el test original se lleva a cabo en posición de bipedestación mientras que aquí lo encontramos partiendo desde una posición de sedestación con el fin de medir los límites de estabilidad desplazando el tronco tan lejos como fueses posible en diferentes direcciones. Uno de los estudios determinó que no se encontraron diferencias significativas en la evaluación de la estabilidad del tronco estática entre las clases con menor severidad de la discapacidad y las de mayor severidad (Altmann et al., 2016), aunque todos los estudios que evaluaron los límites de estabilidad del tronco inclinando el mismo, coinciden en que se encontraron mejores resultados en las distancias alcanzadas al inclinar el tronco en cualquier dirección en los deportistas con mayores puntuaciones de clasificación y menor severidad en la discapacidad (Altmann et al., 2016; Kouwijzer et al., 2020; Özünlü, 2012; Roldan et al., 2020; P. Santos et al., 2017; S. Santos et al., 2017), por el contrario, podemos encontrar la falta de certeza para extrapolar los resultados a todos los deportistas y modalidades deportivas en silla de ruedas, ya que se ha observado que en disciplinas como el rugby la batería de test para evaluar la función del tronco ha demostrado ser válida (Altmann et al., 2016) y conseguir una correcta clasificación, mientras que en la boccia, el estudio de Roldan et al., (2020) concluyó que las herramientas de medición utilizadas no son válidas para clasificar específicamente en este deporte por falta de especificidad del instrumento de medida con el deporte paralímpico. Por otro lado, algunos estudios también valoraron la fuerza de la musculatura del tronco como el recto del abdomen, oblicuos y los extensores de la columna, mediante dinamometría isocinética, realizando una contracción máxima según les indicasen los investigadores (Altmann et al., 2018; S. Santos et al., 2016; Viorel, 2018). En este sentido los resultados coincidentes puesto que se encontraron mayores picos de fuerza máxima de aquellos deportistas con una clasificación y puntuación mayor, es decir, una severidad menor de la discapacidad. Por último, otra de las ideas que podemos extraer de los estudios es que en algunos de los estudios relacionaban las capacidades del tronco evaluadas y las capacidades más específicas de la modalidad deportiva (e.g., capacidad de esprintar, capacidad de inclinar la silla, etc.), para comprobar cuanto influye la función del tronco sobre estas. Dichas evaluaciones, aunque tengan un carácter no específico, coinciden con los test específicos en el aspecto de que cuanto menor sea la severidad de la lesión se consiguen mejores resultados en las pruebas evaluadas (Altmann et al., 2017; Altmann et al., 2018). Aunque se han observado resultados interesantes con la presente revisión sistemática, esta no está exenta de algunas limitaciones que se exponen a continuación. En primer lugar, se ha observado una gran heterogeneidad en varios aspectos; (1) la muestra, ya que cada uno de los deportistas de los diferentes estudios poseían un tipo y grado

de discapacidad diferentes, (2) inclusión de modalidades deportivas diferentes caracterizadas por poseer variables de rendimiento propias, (3) múltiples protocolos y adaptaciones de los mismos para llevar a cabo las evaluaciones de la función del tronco. (4) En consecuencia todas estas limitaciones la extrapolación de los datos.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con la presente revisión sistemática, se ha observado que la literatura actual basa las evaluaciones de la función del tronco en deportistas en silla de ruedas en el uso de instrumentos de evaluación para medir los límites de estabilidad del tronco y también la fuerza máxima de la musculatura del tronco. Además, podemos señalar la consistencia en los resultados obtenidos, puesto que ninguno de los artículos ofrece resultados que sean contradictorios con lo mostrado anteriormente. Por otro lado, la heterogeneidad de la muestra es otro de los factores que nos impiden extrapolar los resultados obtenidos en esta revisión sistemática, por lo que serán necesarias futuras líneas de investigación para encontrar protocolos que valoren diferentes capacidades de la función del tronco atendiendo a las características de los diferentes deportistas y modalidades deportivas. Esto podrá servir de ayuda para la clasificación de los deportistas en grupos equitativos cumpliendo con el objetivo de los sistemas de clasificación.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Conociendo los resultados de los diferentes artículos de esta revisión sistemática podemos observar que es importante considerar diversos factores que afectan a la evaluación de la función del tronco en los deportistas en silla de ruedas como puede ser el tipo de discapacidad y el grado de la misma, además de las características de la modalidad deportiva. En este sentido, si los sujetos a evaluar fuesen deportistas de algunas de las modalidades deportivas nombradas en la presente revisión sistemática, podríamos escoger diferentes estrategias o baterías de test presentadas anteriormente para evaluar los límites de estabilidad del tronco, ya que son instrumentos fiables y sensibles para evaluar esta capacidad, con test sencillos, poco costosos y sin necesidad de grandes medios materiales, que nos pueden arrojar información muy valiosa acerca del estado de la función del tronco para cada deportista. En el caso de que debamos evaluar algún deportista en silla de ruedas de baloncesto, de boccia o de rugby, la literatura posee un grado de evidencia empírica que demuestra que el sistema de *Trunk Impairment Classification (TIC)* es válido y sensible para diferenciar los niveles de la función del tronco de los deportistas de rugby en silla (Altmann et al., 2016), siendo también compatible con el baloncesto ya que los factores que determinan el rendimiento en ambas disciplinas deportivas son los mismos casi en su totalidad. En la tabla 2, se propone una adaptación de este protocolo utilizando únicamente aquellos test que se realizan en posición de sedestación por la transferencia al deporte y su especificidad, eliminando del protocolo original aquellas evaluaciones desde posiciones tendidas sobre la camilla que nada tienen que ver con el transcurso de un partido competitivo. Con este instrumento de medida conseguiremos evaluar la función del tronco con movimientos que pueden darse durante una competición, encontrando dicha especificidad nombrada anteriormente. Sin embargo, esto último no es extrapolable a la modalidad de la boccia debido a que los factores de rendimiento en esta disciplina no son los mismos y la falta de investigaciones que aborden esta problemática limita una aplicación más específica de los instrumentos de evaluación de la capacidad de la función del tronco donde el *BISFed TFS*, no es sensible para discernir entre una discapacidad en la función del tronco más o menos severa al no ser específico de este deporte paralímpico (Roldan et al., 2020). A continuación, se muestra en la tabla 2 un protocolo como propuesta para valorar la función del tronco de deportistas en silla de ruedas.

Tabla 2. Propuestas de evaluación de la función del tronco en deportistas en silla de ruedas.

Batería de Test	Capacidad a evaluar	Protocolo	Pruebas
Adaptación del <i>Trunk Impairment Classification</i> (TIC).	Límites de estabilidad del tronco mediante tareas de alcance.	<p>Los protocolos se realizarán en un banco que permita mantener una posición con las caderas y rodillas a 90º y los pies sin apoyos, cinchando a los deportistas al banco a la altura de los muslos:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Partiendo desde una posición erguida de sedestación sobre un banco, con los codos flexionados y las manos sobre los hombros contralaterales haciendo que los brazos queden cruzados a la altura del pecho, con la cadera en un ángulo de 90º y las rodillas de igual modo, con los pies sin tocar el suelo. (2) Partiendo desde una posición erguida de sedestación sobre un banco, con los hombros flexionados lo máximo posible, con cadera y rodillas a 90º y los pies sin tocar el suelo. (3) Partiendo desde una posición erguida de sedestación, con los hombros y codos flexionados, realizando una rotación interna de estos últimos para colocar las palmas de las manos sobre los codos contralaterales, con los brazos en paralelo a la línea del suelo a la altura del pecho. (4) Partiendo desde una posición erguida de sedestación, con los hombros y codos 	<p>Flexo – extensión en plano sagital: Desde el protocolo (2) el deportista debe inclinarse flexionando el tronco adelante tan lejos como le sea posible y volver a la posición inicial sin apoyos. Repetirá el mismo movimiento, pero con la acción de la extensión (hacia detrás). Se colocará la cinta métrica a la altura del acromion en la posición inicial para medir la distancia en centímetros desde este punto hasta la punta de los dedos, tras el movimiento encontraremos la distancia recorrida por el tronco hasta la posición final. La diferencia entre la distancia de la posición inicial y la posición final arrojará el resultado de la prueba.</p> <p>Contrarrestar perturbaciones: Desde el protocolo (3) el deportista debe de contrarrestar las perturbaciones que se le aplicarán en los brazos en diferentes direcciones tratando de mantener la posición inicial. Se valorará si es capaz o no de contrarrestar dichas perturbaciones durante 60 segundos.</p> <p>Rotaciones: Desde el protocolo (1) el deportista deberá rotar su tronco a ambos lados. Colocando una pica en la espalda del deportista, con un extremo apoyado sobre la camilla y uno de sus lados tocando la escápula contraria a la dirección de la rotación en su posición inicial, tras el movimiento, se medirá con una cinta métrica la distancia entre la pica y la escápula,</p>

flexionados, llevando las palmas de las manos tras la nuca.

obteniendo así el resultado final. Esta prueba se realizará a ambos lados de la rotación.

Inclinaciones laterales y diagonales: Desde el protocolo (4) el deportista deberá inclinar el tronco a izquierda y derecha (90º) y en diagonal (45º) tanto hacia delante como detrás a ambos lados y ser capaz de volver a la posición inicial. Se colocará la cinta métrica a la altura del acromion en la posición inicial para medir la distancia en centímetros desde este punto hasta la punta de los dedos, tras el movimiento encontraremos la distancia recorrida por el tronco hasta la posición final. La diferencia entre la distancia de la posición inicial y la posición final arrojará el resultado de la prueba.

Estabilidad
estática del
tronco.

Mantenerse erguido: Desde el protocolo (1) el deportista debe de quedarse quieto manteniéndose erguido durante 30 segundos. Se valorará si es capaz o no de permanecer durante la prueba erguido sin claudicar.

CONCLUSIÓN

Para concluir esta revisión sistemática, podríamos afirmar que la literatura actual basa las evaluaciones de la función del tronco en deportistas en silla de ruedas en la utilización de instrumentos de evaluación para medir los límites de estabilidad del tronco y también la fuerza máxima de la musculatura del tronco, aunque para conseguir una mayor fiabilidad es capital conseguir un consenso claro de cómo evaluar la función del tronco según las necesidades existentes en cada tipo de disciplina deportiva y cada uno de los deportistas, que solo será posible con un mayor número de investigaciones.

ANEXOS

Anexo 1. Fórmulas de búsqueda en las diferentes bases de datos.

Base de datos	Fórmula de la búsqueda
PudMed	(((("wheelchair players"[All Fields] OR "wheelchair basketball"[All Fields] OR "wheelchair rugby"[All Fields]) AND "trunk impairment"[All Fields]) OR "trunk function"[All Fields] OR "trunk performance"[All Fields]) AND ("assessment"[All Fields] OR "classification"[All Fields] OR "evaluation"[All Fields]) NOT "stroke"[All Fields]) NOT "multiple sclerosis"[All Fields]
SportDiscus	wheelchair sports AND trunk AND assessment
Scopus	TITLE-ABS ("wheelchair player" OR "wheelchair basketball" OR "wheelchair rugby" OR "wheelchair athlete" AND "trunk" AND "assessment" OR "classification" AND NOT "composition")

BIBLIOGRAFÍA

- Altmann, V. C., Groen, B. E., Hart, A. L., Vanlandewijck, Y. C., van Limbeek, J., & Keijsers, N. L. W. (2017). The impact of trunk impairment on performance-determining activities in wheelchair rugby. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 27(9), 1005–1014. <https://doi.org/10.1111/sms.12720>
- Altmann, V. C., Groen, B. E., Van Limbeek, J., Vanlandewijck, Y. C., & Keijsers, N. L. W. (2013). Reliability of the revised wheelchair rugby trunk impairment classification system. *Spinal Cord*, 51(12), 913–918. <https://doi.org/10.1038/sc.2013.109>
- Altmann, V. C., Groen, B. E., Hart, A. L., Vanlandewijck, Y. C., & Keijsers, N. L. W. (2018). Classifying trunk strength impairment according to the activity limitation caused in wheelchair rugby performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 28(2), 649–657. <https://doi.org/10.1111/sms.12921>
- Altmann, Viola C., Groen, B. E., Groenen, K. H., Vanlandewijck, Y. C., Van Limbeek, J., & Keijsers, N. L. (2016). Construct validity of the trunk impairment classification system in relation to objective measures of trunk impairment. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(3), 437–444. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.10.096>
- Altmann, Viola C, Hart, A. L., van Limbeek, J., & Vanlandewijck, Y. C. (2014). Improvement of the classification system for wheelchair rugby: athlete priorities. *Adapted Physical Activity Quarterly : APAQ*, 31(4), 377–389. <https://doi.org/10.1123/apaq.2013-0064>

- Chen, C. L., Yeung, K. T., Bih, L. I., Wang, C. H., Chen, M. I., & Chien, J. C. (2003). The relationship between sitting stability and functional performance in patients with paraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *84*(9), 1276–1281. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(03\)00200-4](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(03)00200-4)
- Da Silva Santos, S., Alonso, A. C., & Greve, J. M. D. (2016). Quantitative evaluation of trunk muscle strength in wheelchair basketball players. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, *22*(2), 69–72. <https://doi.org/10.1590/S1980-6574201600020009>
- Kouwijzer, I., van der Meer, M., & Janssen, T. (2020). Effects of trunk muscle activation on trunk stability, arm power, blood pressure and performance in wheelchair rugby players with a spinal cord injury. *The journal of spinal cord medicine*, 1–9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10790268.2020.1830249>
- Mason, B. S., Altmann, V. C., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2019). Understanding the impact of trunk and arm impairments on wheelchair rugby performance during competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(5), 612–619. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0204>
- Mason, B. S., Porcellato, L., Van Der Woude, L. H. V., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2010). A qualitative examination of wheelchair configuration for optimal mobility performance in wheelchair sports: A pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *42*(2), 141–149. <https://doi.org/10.2340/16501977-0490>
- Özünlü, N., & Ergun, N. (2012). Trunk balance assessment in wheelchair basketball players. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, *23*(1), 44–50.
- Roldan, A., Barbado, D., Vera-Garcia, F. J., Sarabia, J. M., & Reina, R. (2020). Inter-Rater Reliability, Concurrent Validity and Sensitivity of Current Methods to Assess Trunk Function in Boccia Player with Cerebral Palsy. *Brain Sciences*, *10*(3). <https://doi.org/10.3390/brainsci10030130>
- Santos, P. B. R., Vigário, P. S., Mainenti, M. R. M., Ferreira, A. S., & Lemos, T. (2017). Seated limits-of-stability of athletes with disabilities with regard to competitive levels and sport classification. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *27*(12), 2019–2026. <https://doi.org/10.1111/sms.12847>
- Santos, S. D. S., Krishnan, C., Alonso, A. C., & Greve, J. M. D. A. (2017). Trunk Function Correlates Positively with Wheelchair Basketball Player Classification. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *96*(2), 101–108. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000548>
- Tweedy, S. M., & Vanlandewijck, Y. C. (2011). International Paralympic Committee position stand--background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *British journal of sports medicine*, *45*(4), 259–269. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.065060>
- Vanlandewijck, Y., Verellen, J., & Tweedy, S. (2010). Towards evidence-based classification - the impact of impaired trunk strength on wheelchair propulsion. *Advances in Rehabilitation*, *3*, 1-5.. <https://doi.org/10.2478/v10029-010-0001-8>
- Viorel, O. (2018). Evaluation of trunk muscle strength for basketball players in wheelchairs from Romania. *Journal of Physical Education & Sport*, *18*, 2088–2091.
- IWBF Executive Council. (2018). *Official Wheelchair Basketball Rules*. 1–123. Recuperado de <https://iwbf.org>
- International Wheelchair Rugby Federation (2021). International wheelchair rugby federation wheelchair rugby classifier handbook 2021, Recuperado de <https://www.iwrf.com>