

Métodos de evaluación del equilibrio estático y dinámico en niños de 8 a 12 años

Evaluation methods of static and dynamic balance in children aged 8 to 12 years old

*Cesar Villalobos-Samaniego, *Juan Manuel Rivera-Sosa, **Arnulfo Ramos-Jimenez, *Monica Sofia Cervantes-Borunda, *Salvador Jesus Lopez-Aloñzo, *Rosa Patricia Hernandez-Torres
*Universidad Autónoma de Chihuahua (México) **Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen. El equilibrio es una de las capacidades motrices, fundamentales para las actividades diarias y el aprendizaje deportivo, por lo que su fortalecimiento desde las etapas tempranas del niño redundará en un mejor desempeño físico y favorece su gusto por involucrarse en actividades no sedentarias. **Objetivo:** Analizar las metodologías actuales para evaluar el equilibrio estático y dinámico en niños de ocho a 12 años sin discapacidad. **Método:** Fueron incluidos los estudios publicados entre 2000 y 2019, escritos en inglés y en español, donde participaban niños típicos o regulares, entre 8 y 12 años de edad, textos completos y que utilizaron una metodología de evaluación del equilibrio estático y/o dinámico con las palabras claves: Equilibrio y/o balance; equilibrio y/o entrenamiento, equilibrio y/o evaluación. Los estudios se clasificaron en: evaluación del equilibrio estático, equilibrio dinámico y estudios que conjuntan equilibrio dinámico y estático. **Resultados:** Dieciocho estudios cumplieron los criterios de inclusión para la revisión. Doce estudios hicieron uso de instrumentos que evaluaron el equilibrio estático y dinámico, cuatro el equilibrio estático y dos el dinámico. **Conclusiones:** Las baterías de evaluación del equilibrio siguen siendo muy utilizadas debido a su fácil realización y requerir pocos materiales para su aplicación. Sin embargo, las plataformas de evaluación del equilibrio son cada vez más utilizadas debido a su gran confiabilidad y rapidez en la obtención de los resultados.

Palabras claves: balance, equilibrio, evaluación, niños, plataformas de fuerza.

Summary. Balance is one of the fundamental motor skills for daily activities and sports learning, so strengthening it from early stages of childhood results in better physical performance, as well as it favors their preference towards engaging in non-sedentary activities. **Objective:** To analyze the current methodologies employed to evaluate static and dynamic balance in children without disability aged eight to 12 years old. **Method:** Studies published between 2000 and 2019, written in English and Spanish, with typical or regular children between 8 and 12 years of age as samples, presenting full texts, and using static and / or dynamic balance evaluation methodologies were included. **Keywords** were used as follows: Balance and / or balance; balance and / or training, balance and / or evaluation. The studies were classified into: evaluation of static balance, dynamic balance, and studies that combine dynamic and static balance. **Results:** Eighteen studies met the inclusion criteria for the review. Twelve studies made use of instruments that evaluated the static and dynamic balance, four the static balance, and two the dynamic balance. **Conclusions:** balance evaluation batteries are still widely used due to their easy implementation and require few materials for their application. However, balance assessment platforms are increasingly used due to their great reliability and speed in obtaining results.

Keywords: balance, evaluation, children, force platform.

Introducción

El equilibrio postural de forma independiente se logra durante el primer año de vida, y representa uno de los principales indicadores del desarrollo motor (Durivage, 2007). Esta habilidad les posibilita a los niños adquirir independencia y eficiencia motora en sus actividades diarias por eso, es importante cuidar la maduración del equilibrio, ya que los niños viven este proceso de manera personal y no es siempre de forma ordenada (Comellas & Perpinya, 1984). De esta manera, la ejecución de acciones de la vida cotidiana como caminar, correr, montar en bicicleta o sencillamente sentarse representan finalmente la adquisición de un adecuado equilibrio postural.

Los métodos para evaluar el equilibrio son de gran importancia para los profesionales de la actividad física y la salud, ya que permite valorar un adecuado desarrollo motor en el infante. Actualmente se encuentran dos tipos de metodologías para evaluar el equilibrio, una de ellas es la metodología con plataformas de fuerzas, la cual emplea equipo electrónico para registrar los puntos de presión o la localización de vectores de fuerza que se generan con el cuerpo al estar de pie en forma estática o dinámica (Collado, 2005).

La otra son las baterías de registro observacional, donde se evalúa al sujeto por medio de tareas motrices estandarizadas y validadas (Monge & Meneses, 2002).

La selección del método adecuado para evaluar el equilibrio requiere conocer sus ventajas y desventajas, en donde el propósito del estudio y el costo son las variables por considerar. No obstante, se encuentra actualmente poca literatura acerca de los diversos métodos de evaluación del equilibrio en niños y adolescentes, así como una carencia de revisiones sobre los métodos para evaluar el equilibrio.

El propósito de la presente revisión temática es analizar las características, receptibilidad y aplicabilidad de la metodología que se utiliza para la evaluación de equilibrio estático y dinámico en niños y adolescentes de 8 a 12 años.

El desempeño motor es entendido como la suma de movimientos de tipo voluntario, consciente e intencional que realiza un individuo y que obedece al logro de fines determinados por el contexto, actividades y juegos que se despliegan en la sesión de educación física, en la iniciación deportiva y el deporte educativo (SEP, 2009).

El equilibrio estático se presenta cuando el centro de gravedad del cuerpo humano se encuentra dentro del área donde se localizan los puntos de apoyo del sujeto y que le permite realizar ajustes anti gravitatorios. Se puede entender cuando un sujeto puede mantenerse en una posición constante debido al balance de sus fuerzas (Jiménez, 2013).

El equilibrio dinámico se entiende como el resultado de la

integración de un manejo complejo de fuerzas que se involucran para mantener el cuerpo erguido y estable al estar en movimiento (Álvarez, 1987).

Método

Se realizó una búsqueda de los artículos publicados entre los años 2000 y 2019 en las bases de datos: EBSCO, Redalyc, Dialnet, Scielo, Web of Science de Thomson Reuters, Scopus y Google Académico. Las palabras claves utilizadas fueron Equilibrio y/o balance; equilibrio y/o entrenamiento, equilibrio y/o evaluación. Los criterios de inclusión fueron los estudios publicados entre 2000 y 2019, escritos en inglés y en español, donde participaban niños típicos o regulares, entre ocho y 12 años de edad, textos completos y que utilizaron una metodología de evaluación del equilibrio estático y/o dinámico, los criterios de exclusión para la selección de los artículos fueron: artículos repetidos, artículos con títulos y resúmenes que no aportan resultados sobre evaluación del equilibrio estático y equilibrio dinámico, publicaciones en sujetos de estudio que no pertenecen a los criterios de edad establecido para la revisión y que presentaran algún síndrome o trastorno (Figura 1). Se encontraron 2976 artículos al realizar una consulta en las bases, de los cuales se no se utilizaron 939 que fueron encontrados repetidos quedando un total de 2037, de estos artículos se 1879 fueron excluidos por títulos no relevantes, permaneciendo 158, de estos se rechazaron 87 por ser solo resumen obteniendo 71, de estos se descartaron 53 después de su evaluación ya que no cumplían con los criterios de inclusión, quedando solamente 17 artículos que cumplían con los criterios de inclusión.

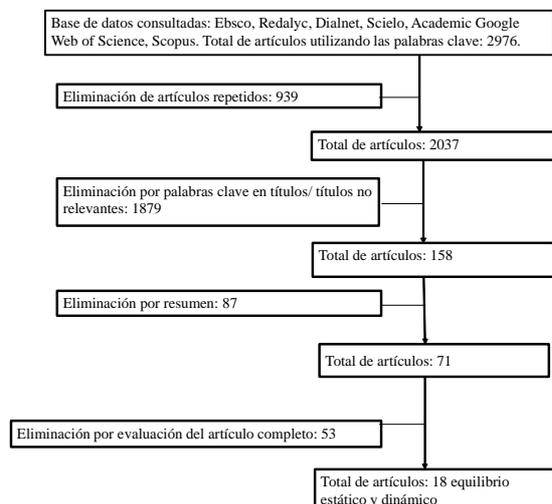


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para la búsqueda de la literatura.

Se presentan y discuten los resultados en estos estudios conforme las características del método de evaluación que permite lograr la detección del efecto del entrenamiento físico para el desarrollo del equilibrio sobre los niños. Se presentará primeramente la metodología de evaluación del equilibrio por medio de baterías y posteriormente por medio de las plataformas de fuerza (Tabla 1).

Instrumentos de evaluación

Test específico para el equilibrio dinámico

1) *Körper Koordinations Test für Kinder* (KTK). Es una prueba de coordinación corporal para niños, la cual permite identificar las capacidades individuales de integración sensorio-motoras. Para su realización son necesarias tres barras de equilibrio de 6, 4,5 y 3 cm de ancho cada una, 3 cm de altura y 3m de largo, así como un formato de registro. La prueba se realiza por triplicado solicitando al participante en cada uno de los intentos caminar por encima de la barra, primero hacia adelante y luego de regreso hacia atrás (de espalda) y contar el número de pasos realizados en tres intentos. Se cuentan los pasos realizados sin caer y hasta un máximo de ocho pasos en cada intento (Bustamante, Seabra, Rui & Maia, 2008; Machado, Reis, Ribeiro da Luz, Braz, Calegari & Irineu, 2018). Una de las ventajas de esta prueba es su fácil realización, es económica, no utiliza mucho equipo y no requiere de gran espacio. Desventajas: las manifestaciones en los sujetos durante el test, son susceptibles a la interpretación/percepción del evaluador; el ambiente externo que pueden influir (promover distracciones) tanto en el desempeño del participante o del evaluador.

Tabla 1. Concentrado de artículos revisados por autor, edad cronológica, métodos de evaluación del equilibrio estático y equilibrio dinámico e instrumento de evaluación

Autor	Edad / Años	Estático	Dinámico	Instrumento
Bustamante, A., Seabra, A., Rui, G., & Maia, A. (2008).	6 a 11		X	Batería
Machado, Reis, Ribeiro da Luz, Braz, Calegari, & Irineu, (2018)	6 a 9		X	Batería
Hua-Fang, L., Pai-Jun, M., & Ai-Wen, H. (2001).	5 a 12	X	X	Batería
Bucco-Dos Santos & Zubiaur-Gonzalez, (2013)	6 a 10	X	X	Batería
Rosa, Goulardins, Rigoli, Piek, & de Oliveira, 2015	5 a 10	X	X	Batería
García-Jaén, Sellés-Pérez, Cortell-Tormo, Ferriz-Valero, & Cejuela, 2018	8 a 9	X	X	Batería
Ruiz Perez, L., & Graupera Sanz, J. (2005)	7 a 10	X	X	Batería
Rodríguez-Negro & Yanci, (2019)	8 a 9	X	X	Batería
Noguera Machacón, Herazo Beltrán, & Vidarte Claros (2013)	6 a 8	X	X	Batería
Serra, P., Vivas, M., Peydro, M., Pascual, J., & Garrido, J. (2005).	6 a 10	X		Plataforma
Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005).	6 a 10	X		Plataforma
Donath, L., Roth, R., Ruegge, A., Groppa, M., Zahner, L., & Faude, O. (2013).	10 a 12	X		Plataforma
Gatica, Velásquez, Méndez. (2014)	6 a 15	X	X	Plataforma
Hua-Fang, L., Pai-Jun, M., & Ai-Wen, H. (2001).	5 a 12	X	X	Plataforma
Hatzitaki, V., Zisi, V., Kollias, I., & Kioumourtzoglou, E. (2002).	11 a 13	X	X	Plataforma
Laguna Nieto, L., Alegre, L. M., Lain, S. A., Vicen, J. A., & Aguado, J. J. (2010).	11 a 12	X	X	Plataforma
Holm, I., & Vollestad, N. (2008).	7 a 12	X	X	Plataforma
Schaefer, S., Krampe, R. T., Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (2008)	9 a 11	X	X	Plataforma

Baterías para el equilibrio estático y equilibrio dinámico

2) *Batería de Competencia Motriz* (BOTMP). Estas pruebas propuestas por Bruininks-Oseretsky (1978) son aplicadas de forma individual y permiten reconocer las habilidades motrices como el equilibrio estático y equilibrio dinámico. Estas pruebas están estandarizadas y son muy utilizadas para identificar las habilidades motrices de los cuatro a los 21 años. El equipamiento requerido es una barra de equilibrio, cronómetro, cinta métrica, base o plataforma de esponja y

formato de registro. Para la valoración del equilibrio estático se realiza el siguiente procedimiento: Se solicita al participante pararse sobre la pierna dominante, con ojos abiertos y sobre una plataforma de esponja de densidad media; posteriormente se repite la prueba con los ojos cerrados. Cada tarea motriz se realiza tres veces. Se pide al participante que coloque ambas manos en la cadera y que mire a un punto de referencia marcado en la pared que se nivela a la altura de los ojos y a 1m de distancia. El participante es instruido para realizar la tarea con la pierna dominante y a mantener la otra pierna en una posición de 90° grados de flexión. Se registra el tiempo que se mantuvo esta posición hasta los 30 s. La evaluación del equilibrio dinámico se realiza sobre una viga de equilibrio en la cual se solicita al participante: permanecer de pie sobre la pierna dominante con ojos abiertos y posteriormente con ojos cerrados, caminar sobre la viga de equilibrio hacia delante y hacia atrás, caminar hacia delante con puntalón, con manos en la cintura y en la viga de equilibrio pasar por encima de un obstáculo. Se valora el desempeño según la ejecución del sujeto (Hua-Fang, Pai-Jun & Ai-Wen, 2001). Las ventajas de estas pruebas residen en ser muy fáciles de utilizar, y de requerir material de fácil acceso, sin embargo, se necesita de un dominio y conocimiento suficiente para hacer una adecuada implementación de los aspectos a evaluar, además de que las condiciones del medio ambiente (temperatura y ruido) pueden influir en el desempeño de los participantes y del evaluador.

3) *Escala de Desarrollo Motor (EDM)*. Son pruebas físicas desarrolladas por Rosa Neto en 1991, para niños de 2 a 11 años, las cuales permiten identificar los procesos de crecimiento evolutivos en los niños. Entre estos procesos de desarrollo se encuentran el equilibrio estático y equilibrio dinámico. Este instrumento se utiliza tanto para trabajos de investigación como de diagnóstico en el ámbito escolar. Los materiales requeridos son un formato de registro, un cronometro y un área firme para realizar las tareas motrices. Para valorar el equilibrio estático se solicita al participante permanecer con los pies juntos y elevar los talones hasta permanecer en punta. La prueba se realiza con ojos abiertos y con ojos cerrados y se registra el tiempo en que ejecuta la tarea sin moverse, otra tarea motriz, es denominada la «cigüeña» ya que el participante elige y flexiona una pierna y permanece de pie sobre la otra. Esta tarea se realiza también con ojos cerrados y ojos abiertos y se registra el mayor tiempo realizado. El equilibrio dinámico implica realizar las tareas de desplazarse caminando sobre una línea pintada en el suelo y realizar saltos en un pie avanzando una distancia determinada. La distancia de recorrido y el tiempo establecido dependen directamente de la edad del niño (Bucco-Dos Santos & Zubiaur-Gonzalez, 2013; Rosa, Goulardins, Rigoli, Piek, & de Oliveira, 2015). Las ventajas de realizar esta batería, es muy fácil de emplear, de bajo costo económico y de amplia aceptación. Las desventajas que presentan son, que requiere buen dominio por parte de los evaluadores y que el medio ambiente externo (temperatura y ruido) puede influir fuertemente en el desempeño de participante.

4) *Test Functional Movement Screen (FMS)*. Es un método, comúnmente utilizado para valorar la calidad del movi-

miento de manera general a través del desempeño motor de los patrones de movimientos fundamentales de una persona. Consta de siete tareas que brindan la oportunidad de identificar el control motor del sujeto, al desafiar la movilidad, la estabilidad y el equilibrio mediante la ejecución de patrones específicos y fundamentales de movimiento, tanto en los desequilibrios como en la movilidad-estabilidad de cada segmento corporal involucrado (Cook, Burton, Hoogenboom & Voight, 2014). Para la realización se requiere del siguiente material: bloque o tablero de 2 x 6 pulgadas, una cinta métrica, una valla, un bastón y el formato de registro. Las pruebas que se consideraron en esta prueba son: Paso de valla, la prueba se realiza tres veces con cada pierna, el evaluado asume la posición inicial colocando primero los pies juntos y alineando los dedos de los pies tocando la base del obstáculo. El obstáculo se ajusta a la altura de la parte superior tibial. El bastón se sujeta con ambas manos y se coloca detrás del cuello y sobre los hombros. Luego se le pide al individuo que mantenga una postura erguida y que pase por encima del obstáculo, levante el pie hacia la espina y que mantenga la alineación entre el pie, la rodilla y la cadera, y que toque su talón contra el suelo (sin aceptar el peso) mientras mantiene el Postura de la pierna en una posición extendida. La pierna móvil se devuelve a la posición inicial. Estocada, se mide la longitud de la tibia midiendo desde el piso hasta la rodilla, luego se le pide a la persona que coloque el extremo de su talón en el extremo del tablero o una cinta métrica pegada al piso, el bastón se coloca detrás de la espalda, tocando la cabeza, la columna torácica y la mitad de las nalgas. La mano opuesta al pie delantero debe ser la mano que sujeta el bastón en la columna cervical, la otra mano agarra el bastón en la columna lumbar, el individuo frente a la cinta métrica coloca el talón del pie opuesto en la marca indicada. Ambos dedos deben apuntar hacia adelante, y los pies deben comenzar planos. Luego el individuo baja la rodilla hacia atrás lo suficiente para tocar la superficie detrás del talón del pie delantero, mientras mantiene una postura erguida, y luego vuelve a la posición inicial. La estocada, se realiza hasta tres veces bilateralmente de una manera controlada y lenta; Estabilidad rotatoria, el individuo asume la posición inicial en cuadrúpedo, sus hombros y caderas en ángulos de 90°, en relación con el torso, con el bloque de 2 x 6 pulgadas entre sus manos y rodillas. Las rodillas se colocan a 90° y los tobillos deben estar semiflexionados. El individuo luego flexiona el hombro y extiende el mismo lado de la cadera y la rodilla. La pierna y la mano solo se levantan lo suficiente para despejar el piso aproximadamente 6 pulgadas luego se extiende el mismo hombro y la rodilla se flexiona lo suficiente como para que el codo y la rodilla se toque. Esto se realiza de forma bilateral, por hasta tres intentos por cada lado. Los puntajes van de cero a tres, siendo tres el mejor puntaje posible. Si ocurre dolor, se da una puntuación de cero, si el paciente no obtiene una puntuación de cero, se otorga una puntuación de uno si la persona no puede completar el patrón de movimiento o no puede asumir la posición para realizar el movimiento. Se otorga una puntuación de dos si la persona puede completar el movimiento, pero debe compensar de alguna manera la realización del movimiento fundamental. Se otorga una puntuación de tres si la persona realiza el movimiento correctamente

sin ninguna compensación, cumpliendo con las expectativas de movimiento estándar asociadas con cada prueba. Se deben anotar los comentarios específicos que describen por qué no se obtuvo una puntuación de tres. Se le otorga instrucciones verbales a cada uno de los participantes; de cada tarea motriz se realizan tres intentos. Se deben registrar todas las puntuaciones para los lados derecho e izquierdo, la puntuación máxima del todo la prueba es de 21 punto (García-Jaén, Sellés-Pérez, Cortell-Tormo, Ferriz-Valero & Cejuela, 2018). Una de las ventajas de este test parece ser una prueba relativamente confiable, tanto entre evaluadores diferentes como entre diferentes sesiones de calificación realizadas por el mismo evaluador y muy práctica (Cook, Burton, Hoogenboom & Voight, en *Functional Movement Screening: The use of fundamental movements as an assessment of function, Parte 2*, 2014; Kraus, Schutz, Taylor & Doyscher, 2014). Desventajas: la realización de estas pruebas esta sujeta a la experiencia del aplicador y su sistema de evaluación aún y cuando es muy práctico puede llegar a confundir a el evaluador.

5) *Batería de Movimiento ABC (MABC)* Este instrumento fue publicado por Herdenson y Sugned en 1992 (Chow, Henderson, & Barnett, 1999). Este instrumento es muy utilizado y tiene sus orígenes en la prueba de Deficiencia Motora. Es una Batería que permite obtener el índice de dificultad motriz en equilibrio estático y equilibrio dinámico y fue estandarizada con población americana. El equipamiento requerido es: formato de registro, cronómetro, cinta métrica y una base o plataforma de madera firme. Esta batería de pruebas consiste en cuatro formas de pruebas adaptadas dependiendo de los rangos de edad: 4 a 6 años; 7 a 8 años; 9 a 10 años y 11 a 12 años. En cada rango de edad la batería presenta 8 tareas relacionadas de las cuales las MABC 6, MABC 7 y MABC 8 correspondientes al equilibrio estático y dinámico. El primer rango de edad no se explica en esta revisión ya que comprende las edades de 4 a 6 años y están fuera del propósito de este estudio. Para el rango dos (siete a ocho años) la tarea de equilibrio estático MABC 6 solicita realizar la «posición de cigüeña». Ya descrita arriba en la batería de Escala de Desarrollo Motor. Para el equilibrio dinámico corresponde la tarea MABC 7, la cual es saltar cinco cuadros consecutivos con los pies juntos, deteniéndose el niño al término del recorrido y registrando el número de saltos sin manifestar eventos de desequilibrio. Finalmente, la tarea MABC 8 también para equilibrio dinámico, consiste en caminar 15 pasos, de punta-talón, en una línea de 4.5 m, se registra el número de pasos logrados de manera equilibrada. Para el tercer rango de edad (9 a 10 años) la tarea en MABC 6 de equilibrio estático consiste en mantenerse sobre un pie en el piso (una vez con cada pierna). Se registra el tiempo de la ejecución correcta en segundos. Para equilibrio dinámico se utiliza la MABC 7 la cual consiste en saltar en los 5 cuadros arriba descritos en postura de pata coja y se repite el proceso con cada pierna. Se registra el número de saltos sin requerir el apoyo del pie elevado. En la tarea MABC 8 también de equilibrio dinámico, se realiza recorriendo una distancia de 2.7 m (ida y vuelta) manteniendo una pelota en equilibrio sobre una tabla sostenida por la mano dominante. Se registra el número de pasos realizados sin eventos de desequilibrio

(Ruiz & Graupera, 2005; Rodriguez-Negro & Yanci, 2019). Las ventajas de esta metodología: Ser muy utilizada para la valoración del desarrollo motor, requerir materiales que se pueden obtener fácilmente para su utilización, son tareas muy convenientes y ampliamente aceptadas internacionalmente (Monge & Meneses, 2002). Las desventajas son, requerir de buena experiencia y conocimiento suficiente por el aplicador y que el medio ambiente puede influir fuertemente en el desempeño de los participantes y del evaluador.

6) *Batería Psicomotora (BPM)* Es un instrumento de observación que da oportunidad de valorar el equilibrio estático y equilibrio dinámico, al igual que identificar el grado de madurez/inmadurez psicomotora del niño (Da Fonseca, 1998). El Equipo requerido es un formato de registro, un cronómetro, una cinta métrica, una viga de equilibrio de 3 m de largo por 5 cm de altura y 8 cm de ancho. El procedimiento de la evaluación de equilibrio estático consta de tres pruebas de duración de 20 s cada uno, efectuadas en dos intentos. Para los niños de seis años en adelante las pruebas son efectuadas con los ojos cerrados. Las manos deben apoyarse en las caderas, con la finalidad de evitar movimientos compensatorios de los brazos. Las tres pruebas son apoyo rectilíneo, punta de los pies y apoyo en un pie. Para el apoyo rectilíneo, el niño debe colocar un pie en la prolongación exacta del otro, estableciendo contacto del calcañar de un pie con la punta del pie contrario, permaneciendo así durante 20 s. Posteriormente el niño debe mantenerse en equilibrio apoyándose únicamente en el tercio anterior de ambos pies con ojos cerrados, pies juntos y manos en la cadera. Finalmente, en la tercera prueba, el niño debe sostenerse, en apoyo unipedal, donde el otro pie es flexionado apoyándose en la rodilla en un riguroso ángulo recto. En la ficha BPM, aparecen dos casillas, una para el equilibrio, referente al pie izquierdo cuando éste es seleccionado por el niño y en la otra se registra los movimientos referentes al pie derecho, señalándose de esta forma el pie dominante en función del equilibrio. Para la evaluación del equilibrio dinámico en la BPM se incluyen las siguientes pruebas: marcha controlada, caminar sobre la viga saltos con apoyo unipedal (sobre pie izquierdo y derecho) y saltos a pies juntos (adelante, atrás y con los ojos cerrados). En la prueba de marcha controlada se procede de la siguiente manera: El niño debe caminar en el suelo sobre una línea recta de tres metros de largo, de modo que el calcañar de un pie toque en la punta del pie contrario, permaneciendo siempre con las manos en las caderas. Para el equilibrio en la viga, la prueba se realiza en una viga de 3 m de largo, 5 cm de altura y 8 cm de ancho, la cual está compuesta de diez bloques de 30 cm de largo cada uno. El niño debe proceder de la misma forma que en la prueba en piso, sólo que realiza la marcha normal encima de la viga con cuatro subtareas diferentes (hacia delante, hacia atrás, hacia el lado derecho, hacia el lado izquierdo), permaneciendo siempre con las manos en las caderas. En la prueba de saltos con apoyo unipedal (pie de apoyo izquierdo y derecho) no se debe condicionar al niño en cuanto al orden del pie, en la realización de las subtareas, con la finalidad de identificar el pie dominante y a fin de apreciar el tipo de integración bilateral propioceptiva que permite una realización más coordina-

da, métrica y equilibrada en las pruebas de apoyo unipedal y de saltos, debe procederse de la siguiente forma: el niño debe cubrir la distancia de 3 m, manteniendo siempre las manos en las caderas; en el caso del apoyo unipedal una vez terminada la primera tarea, el niño deberá concluir otro trayecto idéntico con el pie contrario (Noguera, Herazo & Vidarte, 2013). Las Ventajas de la batería BPM es ser muy práctica, de material accesible y de fácil adquisición, es eficiente y muy utilizada para determinar el perfil psicomotor del participante (Da Fonseca, 1998). Las desventajas son que requiere dominio de la batería y experiencia del observador. La aplicación y elección adecuada de un instrumento de evaluación, favorece fuertemente la obtención eficiente de información válida y adecuada al proceso de evaluación; esta información contribuye al reconocimiento del desarrollo de las actitudes y aptitudes generales del participante evaluado.

Plataformas de medición del equilibrio estático y equilibrio dinámico

Historia

El uso de las plataformas se remonta a finales de 1900 donde se encuentran registros de las primeras plataformas dinamométricas que permiten identificar la presión de fuerzas en cuatro direcciones: vertical, horizontal, lateral interna y lateral externa (Collado, 2005). Las plataformas de medición se han aplicado para medir el equilibrio estático y el equilibrio dinámico y son instrumentos muy importantes y valiosos en la investigación, en los deportes y en la valoración del desempeño motriz (Tabla 2). Las plataformas de fuerza permiten registrar el punto o localización del vector vertical de la fuerza de reacción del suelo generado por el cuerpo, al estar de pie o en movimiento, en otras palabras, en las plataformas se mide el centro de presión, definido como el lugar donde se ejerce la fuerza vertical sobre la plataforma (Duarte & Freitas, 2010).

Tabla 2:
Concentrado de artículos revisados por autor e instrumento utilizado para evaluar equilibrio dinámico y equilibrio estático.

Autor	Instrumento de evaluación
Bustamante, A., Seabra, A., Rui, G., & Maia, A. (2008).	Bateria Korper Koordinations Test für kinder (KTK)
Machado, Reis, Ribeiro da Luz, Braz, Calegari, & Irineu. (2018)	Bateria Korper Koordinations Test für kinder (KTK)
Hua-Fang, L., Pai-Jun, M., & Ai-Wen, H. (2001).	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)
Bucco-Dos Santos & Zubiaur-Gonzalez, (2013)	Escala de Desarrollo Motor (EDM)
Rosa, Goulardins, Rigoli, Piek, & de Oliveira. (2015)	Escala de Desarrollo Motor (EDM)
García-Jaén, Sellés-Pérez, Cortell-Tormo, Ferriz-Valero, & Cejuela, 2018	Functional Movement Screen (FMS)
Ruiz Perez, L., & Graupera Sanz, J. (2005).	Batería Movement ABC
Rodriguez-Negro & Yanci, (2019)	Batería de evaluación de movimiento MABC-2
Noguera Machacón , Herazo Beltrán, & Vidarte Claros,(2013)	Batería Psicomotriz (BPM)
Serra, P, Vivas, M, Peydro, M, Pascual, J., & Garrido, J. (2005).	Plataforma Dinamométrica
Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005).	Plataforma de Fuerza AMTI (Modelo OR6-5-1)
Donath, L., Roth, R., Rueegg, A., Groppa, M., Zahner, L., & Faude, O. (2013).	Plataforma de Fuerza Portátil (GK-1000, IMM, MITTWEIDA)
Gatica., Velásquez., Méndez. (2014)	Plataforma de Fuerza Posturografica Maestro Smart Balance Sistema (Plataforma de Fuerza)
Hua-Fang, L., Pai-Jun, M., & Ai-Wen, H. (2001).	Plataforma de Fuerza AMTI (MODELO E. (2002).
Hatzitaki, V., Zisi, V., Kollias, I., & Kioumourtoglou, E. (2002).	Plataforma de Fuerza AMTI (MODELO OR6-5-1000
Laguna Nieto, L., Alegre, L. M., Lain, S. A., Vicen, J. A., & Aguado, J. J. (2010).	Plataforma de Fuerza Extensiométrica Dinascan 600M (IBV, ESPAÑA)
Holm, I., & Vollestad, N. (2008).	Plataforma Movable KAT 2000
Schaefer, S., Krampe, R. T., Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (2008)	Plataforma de Fuerza Dinámica (KRISTLER 9286AA)

Plataformas de equilibrio estático

Estas plataformas permiten registrar y analizar las fuerzas que el pie ejerce durante su posición estática y analizan las fuerzas en los tres ejes: fuerzas verticales, anteroposteriores y medios laterales por medio de sistemas de tecnología avanzada. A continuación, se describen las más citadas en la literatura:

1) *Plataforma de Fuerza Dinamométrica*. Es utilizada por el Instituto de Biomecánica de Valencia, para la valoración posturográfica del equilibrio utilizando un sistema de valoración de equilibrio del Instituto Biomecánico de Valencia (NedSVE/IBV). Es una aplicación de software que permite el análisis, y seguimiento de las alteraciones del equilibrio estático con gráficos muy comprensibles de interpretar. Es una herramienta básica y de gran exactitud que facilita el estudio del movimiento humano, idóneo para las actividades que se realizan sobre el piso. El equipamiento consiste de un tallímetro, un monitor, una goma-espuma de 5cm de espesor y la plataforma dinamométrica. La valoración se lleva a cabo en dos etapas: la primera es la valoración sensorial y dinámica, la segunda es la valoración de control y habilidades. Para realizar esta evaluación sensorial y dinámica se utilizan cuatro pruebas de Romberg, que consisten en mantenerse de pie sobre la plataforma dinamométrica, con pies juntos y la punta de los pies separados con un ángulo de 30° grados durante 15 s . Las pruebas se realizan con los ojos abiertos (ROA), los ojos cerrados (ROC) y sobre la superficie de la goma-espuma tanto con ojos abiertos (RGA) como con ojos cerrados (RGC). Las ventajas de este método son: ser un método funcional y efectivo para valorar el equilibrio, poder ajustarse para atender a la población infantil y adulta, posibilitando tener utilidad en la rehabilitación de trastornos neurológicos que afectan el equilibrio, registro de datos en tiempo real y seguridad en la utilización. Las desventajas son el alto costo del equipamiento y la accesibilidad para obtener este material, es necesario tener un total conocimiento del procedimiento y de la metodología a las adaptaciones para cada tipo de población (Serra, Vivas, Peydro, Pascual, & Garrido, 2005).

2) *Plataforma de Fuerza AMTI (Modelo OR6-5-1)*. Es una plataforma de gran ayuda para la investigación en biomecánica del equilibrio estático, de gran confiabilidad y a la vanguardia en el avance tecnológico. El equipamiento, además de la plataforma de fuerza (AMTI, modelo OR6-5-1), es una computadora convencional, con un convertidor digital de 12 bit A/D de una frecuencia de muestreo de 100Hz. Para llevar a cabo el procedimiento los participantes están descalzos y de pie sobre la plataforma, en una postura vertical con los ojos cerrados, con los brazos por los costados y los pies sobre las marcas de la plataforma y se realizan cinco ejercicios de 10 s. Los ensayos comienzan una vez que los niños adoptan la posición correcta y una postura estabilizada. Se realiza el registro del centro de presión (CP), y el tiempo que duran estables sobre la plataforma. Los desplazamientos del CP se analizan en cuatro períodos diferentes de 2 s. El primer período de 1 a 3 s (T1 marcado), el segundo desde 3 a 9 s (T4 marcado). El primero y último segundo de cada ensayo se eliminan, a fin de evitar una posibl e preparación o la libera-

ción de la actividad postural de los participantes. La comparación de estos cuatro periodos temporales proporciona información sobre los efectos del tiempo y la capacidad de los participantes en la estabilización y el mantenimiento del equilibrio corporal (Rival, Ceyte & Olivier, 2005). Las ventajas de la plataforma de fuerza AMTI (modelo OR6-5-1) radican en ser sencilla, de alta sensibilidad, baja interferencia, de alta confiabilidad y una tecnología avanzada. Las desventajas son los altos costos y la necesidad de software adecuado y los problemas de manejo frágil.

3) *Plataforma de Fuerza Portátil (GK-1000, IMM, Mittweida, Alemania)* es un instrumento que utiliza tecnología de vanguardia para el registro de los movimientos sobre la plataforma y es utilizada para identificar variaciones en el equilibrio estático. El equipamiento que se conforma de una plataforma de fuerza portátil, de estructura metálica, una computadora con frecuencia de muestreo de 40 Hz. Para el procedimiento de evaluar el equilibrio estático, se pide a los participantes colaborar descalzos y realizar tres intentos con una duración mínima de 30 s, a fin de permanecer inmóviles y observando un punto fijo al frente, con las piernas ligeramente flexionadas, brazos a los costados y en la cintura. Hay una pausa entre cada intento y se registra el mejor de los tres intentos (Donath, Roth, Ruegge, Groppa, Zahner & Faude, 2013). Las ventajas de su utilización son el registro de datos en tiempo real, la obtención de los datos de cuatro sensores, que la hace eficaz y moderna. Sus desventajas son que requiere de espacio suficiente para instalarse, el alto costo, dominio y manejo del equipo, los sistemas y mantenimiento.

4) *Plataforma de Fuerza Posturográfica.* Esta permite valorar la estabilidad del participante y encontrar probables alteraciones del equilibrio estático. El equipamiento, además de la plataforma posturográfica, contiene un convertidor análogo digital de 16 bits con una frecuencia de muestreo de 40 Hz, una computadora convencional con software Igor Pro, versión 5.01. El procedimiento para su utilización requiere que la persona a evaluar se coloque sobre la plataforma de fuerza posturográfica con los brazos a los costados del tronco y relajados. La evaluación del balance se hace en dos fases: Una fase de vista al frente en la que el participante fija su mirada en una cruz de color negro ubicado en la pared a una distancia de 150 cm, en tanto que la otra fase se realiza con los ojos cerrados. Cada fase se repite tres veces de manera alternada en cada uno de los sujetos, escogiendo al azar una de ellas para el análisis (Gatica, Velásquez, Méndez, Guzmán & Manterola, 2014). Las ventajas de utilizar la plataforma de fuerza posturográfica son muy convenientes ya que es considerado un implemento de laboratorio muy eficiente para localizar el centro de presión (CP). Tiene como desventaja el alto costo del equipo, el software y las condiciones de infraestructura arquitectónica para llevar a cabo la aplicación de esta metodología.

Plataformas de equilibrio estático y dinámico

Las metodologías y las técnicas para estudiar el equilibrio dinámico han tenido grandes cambios, especialmente en los últimos años, debido a los avances tecnológicos aplicados al estudio del movimiento corporal. La tecnología per-

mite obtener información muy confiable, en poco tiempo y el aprovechamiento de estos avances es utilizado en personas sanas, al igual que en los que presentan algún padecimiento motriz.

1) *Sistema Maestro de Balance Inteligente (Smart Balance Master System).* Es una plataforma de fuerza dinámica que registra las fuerzas verticales ejercidas a través de los pies del participante sobre la plataforma, permitiendo medir la posición del centro de gravedad y el control postural. Posibilita el registro del equilibrio estático y del equilibrio dinámico. El equipamiento consiste en una computadora, un monitor, una plataforma *Smart Balance Master System (SBMS)*. Para llevar a cabo el procedimiento para el equilibrio estático, el participante realiza dos de las pruebas de pie, una con ojos abiertos y sobre un soporte fijo y otra, con ojos cerrados también sobre el soporte fijo, las otras dos pruebas se realizan sobre la plataforma con balanceo y con ojos abiertos y balanceo con ojos cerrados. El equipo cuenta con una pantalla que permite ver el desarrollo de la prueba al momento de estarse realizando. Cada conjunto de pruebas incluye siete condiciones sensoriales y la secuencia de estas condiciones sensoriales es al azar. Cada conjunto de pruebas se lleva a cabo tres veces durante el mismo día con cinco minutos de descanso entre cada dos conjuntos de pruebas. Los participantes están descalzos para todas las pruebas. Para el equilibrio dinámico se llevará a cabo la evaluación con la plataforma SBMS y es la prueba de los desplazamientos rítmicos sobre la plataforma, donde el participante debe mantener su estabilidad durante tres ciclos en un tiempo de 1 a 3 s. El participante debe además tener la capacidad para mover su centro de presión de un pie al otro y apoyarse sobre las líneas marcadas en la base y al ritmo y velocidad marcados, se otorga una valoración de cero a tres, considerando si el participante se cae o ejecuta las pruebas correctamente. La secuencia de trabajo es decidida al azar (Hua-Fang, Pai-Jun, & Ai-Wen, 2001). Las ventajas de esta plataforma es que se obtiene la información en tiempo real, se registran todos los grados de movimiento y se proporciona información objetiva. Las desventajas son el alto costo del equipo, las dimensiones de la plataforma que requieren de gran espacio, de mantenimiento es especializado y de buen entrenamiento para poder utilizarla.

2) *Plataforma de fuerza AMTI (Modelo OR6-5-1000).* Está diseñada para medir las fuerzas y movimientos que se ejercen sobre la superficie de la plataforma y es de gran utilidad para la investigación del equilibrio estático y equilibrio dinámico ya que cuenta con un sistema que registra las 3 fuerzas X, Y y Z, con sus tres componentes. El equipamiento es una computadora, un software y la plataforma de fuerza (Modelo OR6-5-1000). Para el procedimiento de la valoración del equilibrio estático, se solicita al participante declarar cual es la pierna dominante, se le pide adoptar la posición vertical con una pierna flexionada, manos en la cintura en posición de «cigüeña». Al momento de dar la señal de inicio, el ejecutante eleva el talón de pierna de apoyo y se sostiene en la base plantar del pie. Se solicita mantener esta posición durante un periodo mínimo de 5 s. Para la valoración de la prueba de equilibrio dinámico, los ejecutantes tienen que

estar de pie sobre la plataforma de fuerza ATMI (Modelo OR6-5-1000) con las manos en la cintura para realizar dos tareas motrices, la primera consiste en hacer balanceo de la pierna oscilante y la segunda es la ejecución de movimientos de abducción y aducción de la pierna que no se encuentra apoyada. Los participantes son instruidos para llevar a cabo los ejercicios tan rápido como sea posible y en todo su rango de movimiento. Los ejercicios de equilibrio dinámico se realizan en varias ocasiones durante un período de tiempo de 5 s. Cada participante realiza dos ensayos de prueba y se selecciona al mejor de los dos para su posterior análisis. Los ensayos en los que el niño es incapaz de mantener el equilibrio durante un periodo de 5s se excluyen del análisis adicional (Hatzitaki, Zisi, Kollias, & Kioumourtzoglou, 2002). Las ventajas de la utilización son: Distinguirse por ser de fácil manejo, sofisticada, el registrar la información de los tres componentes de las fuerzas X, Y Z y ser de alta confiabilidad. Las desventajas son los altos costos de adquisición, la necesidad de software adecuado, los problemas de manejo frágil y las des-calibraciones.

3) *Plataforma de fuerzas extensiométrica Dinascan 600M* (IBV, España) es una plataforma diseñada para hacer el registro y análisis funcional de los movimientos realizados en cualquier actividad motriz relacionada con el equilibrio estático y equilibrio dinámico. El equipamiento necesario para su utilización es una plataforma de fuerzas extensiométrica Dinascan 600M (IBV, España), con una superficie de 0,60 x 0,37 m, un ordenador con una frecuencia de muestreo de 50 Hz. Un revelador, un fijador y papel fotográfico blanco y negro. El procedimiento se realiza sobre la plataforma y es donde se lleva a cabo la valoración del equilibrio de forma monopodal y de balanceos. Se requiere cumplir con los requisitos de protocolo de aplicación, se ejecutan tres intentos de cada tarea motriz, en tres sesiones diferentes. La primera para tomar la huella plantar mediante fotopodograma, la segunda sesión se dedica a la cineantropometría con el fin de recoger los datos descriptivos de la muestra y posteriormente se lleva a cabo la familiarización con una prueba de balanceo de 10 min. En la tercera sesión se procede a la realización de dos pruebas de equilibrio: equilibrio estático (monopodal) y equilibrio dinámico (balanceo). Entre ambas pruebas se otorgan 120 s de descanso entre cada ejecución y se realizan tres intentos de cada uno, seleccionándose el mejor de los tres intentos. En la realización del protocolo de la prueba de apoyo monopodal, el niño debe subir a la plataforma descalzo, colocando el pie derecho sobre las líneas de referencia en los planos frontal y sagital, marcadas previamente sobre la plataforma. El niño se debe mantener sobre la pierna flexionada sin rozar la de apoyo ni la plataforma, para permanecer lo más quieto posible durante los 10 s que dura la prueba. El niño debe mantener durante todo el test los brazos a los costados del cuerpo, los ojos abiertos y la mirada fija en una cruz (con el eje horizontal más largo que el vertical) situada enfrente a 150 cm de la plataforma y permanecer lo más inmóvil posible durante la medición. Con esta plataforma también se realiza la prueba de balanceos, el cual consiste en subir a la plataforma descalzo, colocando ambos pies apoyados sobre las líneas. A 150 cm de la plataforma aparecen proyectadas en una pantalla cuatro dianas, que se

iluminan al azar y permanecen iluminadas durante 10 s. El niño debe desplazar lo más rápido posible, su centro de presión hacia la diana iluminada, manteniendo los brazos a los costados del cuerpo y continuar dentro de la diana hasta que la próxima se ilumine. La duración de la prueba es de 40 s (Laguna-Nieto, Alegre, Lain, Vicen & Aguado, 2010). Las ventajas del equipo son: Recoger los datos en el tiempo real, muy eficiente y proporciona una gran cantidad de información que ayuda en la investigación. Las desventajas es la necesidad de un espacio adecuado, los costos de adquisición, mantenimiento del equipo y sistema.

4) *Plataforma Móvil KAT 2000*. Es un instrumento diseñado con tecnología de vanguardia que permite hacer el registro de forma eficaz ofreciendo una solución conveniente para el estudio del equilibrio estático y equilibrio dinámico. El equipamiento que se utiliza es una computadora y una plataforma móvil KAT 2000 con un soporte en su punto central por un pequeño pivote. El procedimiento para realizar la valoración del equilibrio estático y dinámico en cada persona se lleva a cabo al controlar y modificar la presión de un cojín neumático de forma circular, el cual se apoya en la plataforma. Cuando se infla la plataforma se estabiliza y cuando se desinfla baja la presión y se vuelve inestable. Un sensor registra la inestabilidad y manda la señal a la computadora. Los datos obtenidos proporcionan una puntuación lo que determina el índice de equilibrio. La prueba de equilibrio estático en una pierna se realiza con la persona de pie sobre la pierna dominante. La pierna dominante es definida al preguntar a la persona qué pierna prefiere para patear una pelota. Al estar en la posición óptima se instruirá a la persona a colocar su pie en el centro de la plataforma, con el segundo dedo del pie en el eje y el punto más alto del arco de los pies sobre el eje X, se mantiene la posición de equilibrio en la plataforma con ayuda visual de la pantalla de la computadora, durante la medición, no se permite que la pierna flexionada toque la plataforma, cuando se logra el equilibrio, la pantalla de la computadora es retirada y la persona observa un punto en la pared enfrente al KAT 2000. El punto se coloca a 1.80m por encima del piso y 1.30m enfrente del centro de la plataforma. La prueba de equilibrio dinámico se realiza con la persona de pie sobre el eje Y en una línea paralela a 10.5 cm de distancia, donde el eje Y fue marcado. La posición óptima, es cuando la persona coloca sus pies en esas líneas paralelas con el segundo dedo del pie en la línea y el punto más alto del arco del pie sobre el eje X. La posición cambia cuando la persona es capaz de inclinar la plataforma libremente hacia adelante y hacia atrás, de lado a lado mientras se está en equilibrio. El participante corrige la posición de inicio, manteniendo la plataforma completamente horizontal, a través de una retroalimentación visual desde la pantalla de la computadora (Holm & Vollestad, 2008). Las ventajas para su utilización son: ser muy eficaz para evaluar grupos numerosos y tiene una confiabilidad de más del 95%. Las desventajas que se presentan son los altos costos del equipo, las actualizaciones y el espacio amplio requerido para la instalación del equipo.

5) *Plataforma de Fuerza Dinámica* (Kristler 9286AA). Es una plataforma con tecnología de vanguardia, fiable la

cual permite detectar las fuerzas y los movimientos más pequeños ya que utiliza sensores de gran calidad, es muy utilizada en los campos del equilibrio estático y equilibrio dinámico. El equipamiento que utiliza son 12 sensores de registro, tres en cada esquina donde se mide la oscilación postural en relación con los ejes laterales, verticales, anteriores y posteriores. Es una plataforma con una cubierta anti-derrapante de dos placas: Una placa de 120 a 140 cm con barandal de seguridad, cinturones de seguridad y otra placa de 40 a 60 cm, de forma circular, esta plataforma cuenta con ordenadores y sensores que registran y controlan la inclinación de la plataforma, las pantallas pueden ser ajustadas a la altura de los ojos durante la ejecución de la tarea, se brindan estímulos auditivos a través de auriculares y una computadora. Para el procedimiento de ejecución en el equilibrio estático, el participante se localiza de pie sobre la plataforma dentro del área de medición, mientras realiza la interacción con los estímulos auditivos y visuales, llevándose a cabo el registro a través de los sensores. Para el equilibrio dinámico, el participante se encuentra de pie encima de la plataforma dentro de un círculo de 39 a 40 cm de diámetro y contrarrestan el movimiento de la plataforma cambiando su peso en la dirección opuesta. La zona del centro de presión de la persona evaluada se ajusta en cada momento que la base de la plataforma se balancea y en donde los movimientos de la plataforma son dirigidos a las zonas del centro de presión forzando a mantener el equilibrio estable sobre la plataforma (Schaefer, Krampe, Lindenberger & Baltes, 2008). Las ventajas de uso son el registro inmediato de los datos, la resistencia y durabilidad de la plataforma, el registro de fuerzas muy pequeñas (por ejemplo, niños). Las desventajas son que se requiere de mantenimiento y calibraciones de servicio especializado, los costos de adquisición y apoyo de software.

Conclusiones.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada se puede manifestar que:

1. Evaluar el equilibrio estático y dinámico con baterías de evaluación motriz, no requiere de gran infraestructura o de espacio para su realización, proporcionan información sobre el estado actual del equilibrio en el sujeto evaluado; es de bajo costo y de fácil aplicación, sin embargo, los resultados siempre estarán condicionados a la experiencia, dominio de la prueba y capacidad de interpretación del evaluador.

2. Obtener la evaluación del equilibrio estático y dinámico con plataforma de medición postural, es muy sensible y confiable, de fácil realización y de gran eficacia en la obtención de resultados inmediatos y cuantificables con alta sensibilidad, ya que se obtiene la información puntual de las fuerzas que se ejercen en los puntos de presión en el pie de apoyo (en equilibrio), representa valores directamente relacionados a las situaciones reales de ajuste del equilibrio en el participante y suelen ser objetivos respecto al estado del equilibrio en el evaluado.

3. Conocer la situación del equilibrio estático y dinámico de los pacientes, escolares o sujetos en estudio del equilibrio estático o dinámico, ayuda a planificar y diseñar una intervención adecuada a sus condiciones psicomotrices como funcionales relacionadas al equilibrio corporal, lo cual,

es altamente aplicables en contextos escolares, en atención a poblaciones con alteraciones psicomotrices o con discapacidad, como en pacientes con alteraciones neurológicas o las relacionadas con la involución documentada en el envejecimiento.

4. Es necesario reconocer la pertinencia del instrumento a utilizar, así como del uso del equipamiento y metodología a utilizar, ya que a través del medio elegido, se provee información particular, con mayor sensibilidad para identificar el grado de eficiencia del instrumento, la participación del sujeto a evaluar, así como de la información a recabar, lo cual es crucial para acrecentar la confianza del paciente y el uso de la misma en el proceso a que corresponda a su intervención por el especialista evaluador.

Agradecimientos

Este artículo se realizó gracias al financiamiento de CONACYT para la beca del estudiante de doctorado (CVU 289771), la colaboración de la Universidad Autónoma de Chihuahua y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Referencias

- Alvarez, D. (1987). *Pontificia Universidad Católica de Perú*. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de PUCP: <http://deportes.pucp.edu.pe/tips/el-equilibrio-y-su-importancia-en-la-actividad-fisica/>
- Anderson, K. & Behm, D. (2005). The Impact of Instability Resistance Training on Balance and Stability. *Sports Medicine*, 35(1),43-53. DOI: 10.2165/00007256-200535010-00004
- Bruininks-Oseretsky, R. (1978). Test of Motor Proficiency-examiner's manual. Minn. *Circle Pines*, 34-52.
- Bucco-dos Santos, L., & Zubiaur-Gonzalez, M. (2013). Desarrollo de habilidades motoras fundamentales en función del sexo y del índice de masa corporal en escolares. *Cuadernos de psicología del deporte*, 13(2)6, 3-72.
- Bustamante, V. A., Caballero, C. I., Enciso, S. N., Salazar, T. I., Teixeira, E. A., Garganta, D. R. y Riveiro, J. A. (2008). Coordinación motora: Influencia de la edad, sexo, estatus, socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 10(1), 25-34. <https://doi: 10.5007/1980-0037.2008v10n1p25>.
- Chow, M. S., Henderson, E. S. & Barnett, L. A. (2001). The Movement Assessment Battery for Children: A Comparison of 4-Year-Old to 6-Year-Old Children From Hong Kong and the United States. *The American Journal of Occupational Therapy*, 55(1), 55-61. <https://doi: 0.5014/ajot.55.1.55>.
- Collado, V. S. (2005). Plataformas dinamométricas. Aplicaciones. *Biociencias Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 3, 1-18.
- Comellas, I. M. & Perpinya, I. A. (1984). *La Psicomotricidad en Preescolar*. Barcelona: CEAC.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J. & Voight, M. (2014). Functional Movement Screening: The use of fundamental movements as an assessment of function, Parte 2. *The International Journal of Sports Physical Therapy*,

- 9(4), 549-562.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J. & Voight, M. (2014). Functional Movement Screening : The use of fundamental movements as an assessment of function, Parte 1. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(3), 396-409.
- Da Fonseca, V. (1998). *Manual de Psicomotricidad*. España: INDE.
- Donath, L., Roth, R., Ruegge, A., Groppa, M., Zahner, L. & Faude, O. (2013). Effects of Slackline Training on Balance, Jump. *International Journal of Sports Medicine*. 34(12), 1093-1098. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1337949>.
- Donath, L., Roth, R., Zahner, L. & Faude, O. (2012). Testing single and double limb standing balance performance: Comparison of COP path length evaluation between two devices. *Gait Posture*. 36(3), 439-443. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.04.001>.
- Duarte, M. & Freitas, S. (2010). Revision of posturography based on force. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183-192.
- Durivage, J. (2007). *Educación y Psicomotricidad*. España. Ed Trillas:
- García-Jaén, M., Sellés-Pérez, S., Cortell-Tormo, J. M., Ferriz-Valero, A. & Cejuela, R. (2018). Assessment of fundamental movement patterns in children: a gender comparison on Primary School students. *Retos, Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación* 34, 282 - 286.
- Gatica, V. F., Velásquez, S. I., Méndez, G. A., Guzmán, E. E. & Manterola, C. G. (2014). Diferencias en el balance de pie en pacientes con parálisis cerebral y niños con desarrollo típico. *Biomedica*, 34, 102-109. doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v34i1.1535>.
- Hatzitaki, V., Zisi, V., Kollias, I., & Kioumourtzoglou, E. (2002). Perceptual-Motor Contributions to Static and Dynamic Balance Control in Children. *Journal of Motor Behavior*. 34(1), 16-170. <http://doi.org/10.1080/00222890209601938>.
- Holm, I., & Vøllestad, N. (2008). Significant Effect of Gender on Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio and Static Balance in Prepubescent Children From 7 to 12 Years of Age. *The American Journal of Sports Medicine*. 36(10), 2007-2013. <https://doi.org/10.1177/0363546508317963>.
- Hua-Fang, L., Pai-Jun, M., & Ai-Wen, H. (2001). Test-Rest Reliability of Balance Tests in Children With Cerebral Palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 43(3), 180-186. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2001.tb00184.x>.
- Jimenez, R. P. (2013). El equilibrio y su importancia en la actividad física. *Pontificia Universidad Católica de Perú*. Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de PUCP: <http://deportes.pucp.edu.pe/tips/el-equilibrio-y-su-importancia-en-la-actividad-fisica/>.
- Kraus, K., Schutz, E., Taylor, W. R., & Doyscher, R. (2014). Efficacy of the functional movement screen: a review. *Journal Strength Condit Res*, 28(2), 3571 - 3575. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000556>.
- Laguna, N. M., Alegre, L., Aznar, L. S., Abian, V. J., Martín, C. L., & Aguado, J. X. (2010). ¿Afecta el sobrepeso a la huella plantar y al equilibrio de niños. *Apunts*. 45(165) 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2009.02.002>.
- Machado, D. C., Reis, B. J., Ribeiro da Luz, L. M., Braz, V. M., Calegari, D. R., & Irineu, G. J. (2018). Relaytion between dynamic balance and body mass index in children. *Retos, Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación* 34, 162-165.
- Monge, A. M., & Meneses, M. M. (2002). Intrumento de evaluacion del desarrollo motor. *Revista Educacion*, 26(1), 155-168.
- Noguera, M. L., Herazo, B. Y., & Vidarte, C. J. (2013). Correlacion entre el perfil psicomotor y rendimiento logico matematico en ninõs de 4 a 8 anos. *Rev.Cienc.Salud*, 11(2), 85-194.
- Real Academia Española. (1 de junio de 2014). <http://www.rae.es/>. Recuperado el 1 de junio de 2018, de <http://www.rae.es/>.
- Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*. 376(2), 133-136. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.11.042>.
- Rodriguez-Negro, J., & Yanci, J. (2019). Differences according to gender in static and dynamic balance in primary school students. *Retos, Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación* 35, 113-116.
- Rosa, N. F., Goulardins, B. J., Rigoli, D., Piek, P., & de Oliveira, J. (2015). Motor development of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. 37(3), 228-234. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2014-1533>.
- Ruiz, P. L., & Graupera, S. J. (2005). Un estudio transcultural de la competencia motriz en escolares de 7 a 10 años: utilidad de la Batería Movement ABC. *Revista Española de Pedagogía*, 63(291), 289-308.
- Schaefer, S., Krampe, R., Lindenberger, U., & Baltes, P. (2008). Age Differences Between Children and Young Adults in the Dynamics of Dual-Task Prioritization: Body (Balance) Versus Mind (Memory). *Developmental Psychology*, 44(3), 747-757. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.44.3.747>.
- SEP. (2009). Programa de estudios 2009. *Programa de estudios 2009*. DF. México: Secretaría de Educación Pública.
- Serra, A. P., Vivas, B. M., Peydro, d. M., López, P. J. & Garrido, J. J. (2008). Desarrollo de un sistema para la valoración y rehabilitación del equilibrio en personas de 6 a 20 años. *Revista de Biomechanica*, 50, 51-53.
- Teasdale N., Lajoie Y., Bard C., Fleury M., Courtemanche R. (1993). Cognitive Processes Involved for Maintaining Postural Stability While Standing and Walking. In: Stelmach G.E., Hömberg V. (eds) *Sensorimotor Impairment in the Elderly. NATO ASI Series (Series D: Behavioural and Social Sciences)*, vol 75. Springer, Dordrecht.