



Andrea Balaguera  
Fisioterapeuta  
Esp. Fisioterapia en Neurorehabilitación  
Escuela Colombiana de Rehabilitación  
ft.balaguera@gmail.com

Lilian Díaz  
Fisioterapeuta  
Esp. Fisioterapia en Neurorehabilitación  
Escuela Colombiana de Rehabilitación  
fisioliliandiaz@gmail.com

Jackeline Niño  
Fisioterapeuta  
Esp. Fisioterapia en Neurorehabilitación  
Escuela Colombiana de Rehabilitación  
jack.nino@hotmail.com

Catalina Sánchez.  
Fisioterapeuta  
Esp. Fisioterapia en Neurorehabilitación  
Escuela Colombiana de Rehabilitación  
dcata\_sanchez15@hotmail.com

Ariatna Barrios  
*Arte sin Fronteras - Programa Talentos Especiales*

# TRANSFERENCIA DE SEDENTE A BÍPEDO (SAB) EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

## Sit-to-stand (STS) transfer in children with cerebral palsy

*Fecha de recepción: 10 de noviembre de 2014 - Fecha de aprobación: 1 de diciembre de 2014*

### RESUMEN

Levantarse de una silla y volver a sentarse es una de las actividades que se realizan varias veces al día siendo un requisito importante para el logro de muchos objetivos funcionales como lo es caminar. La incapacidad para realizar la transferencia de sedente a bípedo (SAB) conduce a una limitación severa en la movilidad, como en el caso de las personas con parálisis cerebral (PC). El objetivo de este artículo fue describir las características biomecánicas y sistemas de análisis de la transferencia de SAB en niños con PC, por medio de la revisión de artículos en diferentes bases de datos. El análisis parte de 50 artículos y culmina en la selección de 11. Los resultados evidencian un incremento en el tiempo de ejecución de la tarea, con clara evidencia de movimientos compensatorios en los niños con PC para poder ejecutar y finalizar el paso de SAB, además de una relación entre el nivel de GMFCS y la capacidad de hacer la transferencia. Se concluye acerca de la importancia en la evaluación de este tipo de transferencia para poder determinar el grado de independencia funcional de los niños con PC, además de tener en consideración factores que son determinantes a la hora de realizar el cambio de SAB, como lo es la posición del tobillo y la altura de la silla para realizar con eficacia el movimiento, lo que traduce un aumento del desempeño funcional del niño con PC en su entorno cotidiano.

### PALABRAS CLAVE

sedente a bípedo, análisis biomecánico, parálisis cerebral, niños

### ABSTRACT

Getting-up and sitting from a chair is a frequent activity during the day, and is an important requirement for achieving functional goals such as walking. Inability to sit-to-stand (STS) leads to severe mobility limitations like in Cerebral Palsy (CP) patients. The aim of this study is to describe biomechanical characteristics and analysis systems of the change from STS in children with CP by means of reviewing published papers in scientific databases. Fifty papers were found and 11 were selected. An increase in the task execution time of the change from SSP was found in children with CP, along with compensatory movements necessary to achieve the task. Besides, a relationship between the GMFCS level and task execution time was also found. Assessing this kind of tasks are important for define functional independence in children with CP. Besides, it is important to consider compensatory movements when performing change from STS, like ankle position, and other variables like the height of the chair, when children perform the activity. Controlling these variables reflects a better functional performance of children with CP in their every-day environment.

### KEY WORDS

Sit-to-stand, biomechanic analysis, cerebral palsy, children



Levantarse de una silla y volver a sentarse es una de las actividades más importantes que se realizan varias veces al día (Lee y Lee, 2013), son requisitos importantes para el logro de muchos objetivos funcionales (Roy et al., 2006, 2007) y un prerrequisito esencial para caminar y por lo tanto tener independencia funcional, (Cahill et al., 1999; Sílvia Leticia Pavaõ et al., 2013; Uzun, 2013). Esta tarea requiere la interacción coordinada de los segmentos corporales superiores e inferiores para trasladar efectivamente el centro de masa, en dirección horizontal y vertical mientras se mantiene sobre una reducida base de soporte como son los pies. La cinemática básica incluye la flexión de tronco y de caderas para llevar el centro de masa hacia anterior, seguida de una extensión simétrica de miembros inferiores y de tronco, y así elevar la masa corporal en línea vertical sobre los pies (Roebroek et al., 1994; Tully et al., 2005).

La falta de habilidad para realizar la transferencia SAB (Rodbj-Bousquet y Hägglund, 2010), conduce a una incapacidad severa en la movilidad en jóvenes y niños con parálisis cerebral, ya que la integridad de las vías que permiten que se lleven a cabo funciones ejecutivas controladas, es dada en gran parte por áreas prefrontales de la corteza cerebral (Weierink et al, 2013). En este grupo la cinemática en las fases de la transferencia SAB son modificadas debido a varias condiciones secundarias que limitan o dificultan el desempeño de esta actividad, como son aumento de tono muscular (de una o varias extremidades), desalineación de los segmentos corporales, disminución de fuerza, potencia y trofismo muscular, incoordinación intermuscular, dificultad para el control selectivo muscular (predominio distal), alteración en el balance, control postural, integridad sensorial y capacidad cognitivo-motora.

El análisis preciso de la ejecución del paso de SAB proporciona información útil sobre la biomecánica de la capacidad motora de los pacientes para ejecutar dicha actividad (Sibella et al., 2003) y ha sido considerada como parte del entrenamiento de rehabilitación para los niños con deficiencias motoras. (Wang et al., 2011). Por lo tanto la comprensión de la ejecución de la transferencia SAB en niños con parálisis cerebral, permitirá a los profesionales una planificación de la intervención terapéutica, dirigido a las deficiencias específicas presentadas, lo cual se traducirá en un incremento de la participación del niño con PC en diferentes ámbitos (escolar, el familiar y el lúdico) (Hennington et al., 2004; Tully et al., 2005).

Este estudio tiene como objetivo describir las características de la transferencia de sedente a bípedo (SAB) en los niños con parálisis cerebral, teniendo en cuenta las características biomecánicas, los procedimientos metodológicos y sistemas de análisis, basados en la literatura científica.

## MÉTODO

### Selección de la Unidades de Análisis

Para la elaboración de este documento se realiza una exploración de información en los motores de búsqueda: Pubmed, Elsevier, Ebs-

co, Med Scape, ScienceDirect y OvidSP, con las palabras clave: Sit to stand, biomechanic analysis, children, cerebral palsy. Se hallan 50 artículos, los cuales son filtrados por un revisor que hizo la selección teniendo en cuenta los criterios de inclusión en cuanto a tipo de estudio, objetivo de la investigación, edad (niños) y diagnóstico de la población (parálisis cerebral). Se seleccionan 11 artículos y se establece un cuadro de análisis RAE (revisión analítica de estudios). Posteriormente se diseña un sistema de clasificación para consignar las variables a tener en cuenta y poder realizar una comparación.

### Extracción y análisis de datos

Inicialmente los 11 artículos seleccionados fueron organizados en tablas para facilitar su lectura e interpretación y extraer los datos específicos a analizar, divididos de acuerdo a las siguientes categorías analíticas:

- Estudio. Tipo de estudio reportado en el artículo. Se describe título, autor, año, revista y objetivo.
- Descripción de la población: Se organizan en los sub-ítems tamaño de la muestra del estudio, la edad media, la distribución por género, la clasificación topografía de la parálisis cerebral, la clasificación de la funcionalidad de acuerdo a GM-FCS (Gross Motor Function Clasification System) y otras clasificaciones observadas específicamente en cada artículo.
- Procedimientos y medidas: corresponde a las fases SAB descritas por los autores en el momento del análisis, los sistemas de análisis cinemático y cinético empleado, aplicación de electromiografía, descripción de la evaluación del SAB y evaluaciones complementarias.
- Determinantes del movimiento SAB: posición de la silla, posición de los pies, posición de los miembros superiores, número de intentos.
- Resultados de los estudios.
- Conclusiones de los estudios.

## RESULTADOS

### Estudio

De los 11 artículos seleccionados 9 son de tipo experimental, 1 estudio de caso y 1 descriptivo con muestra por conveniencia. Se encontraron publicaciones entre los años 1997 y 2011, en su gran mayoría por encima del año 2000, los autores que más han publicado acerca del tema de interés de la transferencia de sedente a bípedo (SAB) son los investigadores: Eun Sook Park, Chang Il Park, HyunChung Chang, Don Shin Lee, Hua-Fang Liao Ryo Yonetsu, John Surya, publicando en 2 a 3 artículos mínimo, en años casi consecutivos.

Al observar los objetivos propuestos alrededor del tema se encuentra el interés en identificar y describir las características cinéticas y cinemáticas, en comparación con pares de su edad sin presencia de alguna discapacidad motora, además también surge el interés de observar la eficacia de alguna ayuda terapéutica, ya sea desde la aplicación de algún fármaco hasta el uso de ayudas ortésicas, o la influencia de medios externos como lo pueden ser la altura de la silla o la carga de resistencias externas. (Ver Tabla 1)

De tal manera que el interés de los investigadores ha sido dirigido a observar y describir aspectos puntuales en la transferencia SAB dentro de la población con parálisis cerebral y poder analizar y sintetizar factores intrínsecos y extrínsecos del movimiento, así concluir y respaldar intervenciones terapéuticas o asistenciales que puedan mejorar la eficacia y respuesta de la población con parálisis cerebral en dicha transferencia.

### Descripción de la población

Las características que se presentan en la Tabla 2, la muestra poblacional seleccionada se manejó como grupo caso y grupo control en 9 de los 11 artículos, 1 artículo considero un estudio de caso (Yonetsu et al., 2010) y 1 artículo como una muestra de conveniencia

(Rodby-Bousquet y Hägglund, 2010). El tamaño de la muestra seleccionada para los estudios fue ampliamente variable, los estudios que manejaron un diseño grupal presentan muestras entre 9 a 562, con edades entre 2 y 18 años, de mayor predominio el género masculino con 401 participantes y femenino con 387.

La clasificación topográfica de la parálisis cerebral tipo diplegia espástica estuvo presente en los 11 estudios, hemiplejía en 4 artículos, cuadriplejía en 2 artículos, atáxica, discinética y mixta en 1 artículo. Siete estudios tuvieron en cuenta la GMFCS, de los cuales 6 presentaron un nivel funcional de I y II, 5 estudios presentaron nivel III, 2 estudios contemplan el nivel IV y 1 estudio el nivel V. Por lo anterior, la muestra seleccionada de la población con PC reclutada para el análisis SAB corresponde al nivel I, II y III debido al mejor desempeño motor en comparación con los niveles IV y V, lo cual se traduce en un mayor

Tabla 1. Estudios seleccionados para análisis documental

Nº	AUTORES	TITULO DEL ARTICULO	AÑO	REVISTA	OBJETIVO
1.	Elisabet Rodby-Bousquet, Gunnar Hägglund	Sitting and standing performance in a total population of children with cerebral palsy: a cross-sectional study	2010	BMC Musculoskeletal Disorders	Describir cómo los niños con parálisis cerebral suelen sentarse, estar de pie, ponerse de pie y sentarse con el uso de dispositivos de ayuda / asistencia, en relación con la edad, el tipo de PC y el nivel GMFCS.
2.	Eun Sook Park, Chang Il Park, Hyun Chung Chang, Chan Woo Park, Don Shin Lee	The effect of botulinum toxin type A injection into the gastrocnemius muscle on sit-to-stand transfer in children with spastic diplegic cerebral palsy	2006	Clinical Rehabilitation	Investigar el beneficio de la aplicación de toxina botulínica de tipo A en los músculos gastrocnemios en la transferencia de SAB en niños con PC espástica tipo diplegia.
3.	Eun Sook Park, Chang Il Park, Hyun Jung Chang, Jong Eun Choi, Don Shin Lee	The effect of hinged ankle-foot orthoses on sit-to-stand transfer in children with spastic cerebral palsy	2004	Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	Investigar la eficacia de la Ortesis articulada de tobillo-pie (AFO) en la transferencia sedente a bípedo en niños con parálisis cerebral espástica.
4.	Eun Sook Park, Chang-Il Park, Hong Jae Lee, Deog Young Kim, Don Shin Lee, Sung-Rae Cho	The characteristics of sit-to-stand transfer in young children with spastic cerebral palsy based on kinematic and kinetic data	2003	Gait and Posture	Investigar las características cinéticas y cinemáticas de la transferencia de sedente a bípedo en niños con parálisis cerebral espástica (PC), en comparación con los niños regulares.
5.	Gabriella Hennington, Jean Johnson, J. Penrose, Kory Barr, M. McMulkin, D. Vander	Effect of bench height on Sit-to-Stand (STS) in children without disabilities and children with cerebral palsy	2004	Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	Evaluar el efecto de la altura de la silla en la transferencia de sedente a bípedo (SAB) en niños con parálisis cerebral (PC) y en los niños sin discapacidad.
6.	Hua-Fang Liao, Sue-Mei Gan, Kwan-Hwa Lin, Jiu-Jenq Lin	Effects of weight resistance on the temporal parameters and electromyography of sit-to-stand movements in children with and without cerebral palsy	2010	American Journal of Physical Medicine y Rehabilitation	Examinar las diferencias de duración de las fases y electromiografía entre niños con y sin parálisis cerebral durante el movimiento de sedente a bípedo con resistencia de peso.
7.	Hua-Fang Liao, Ying-Chi Liu, Wen-Yu Liu, Yuh-Ting Lin	Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegic: A Randomized clinical trial	2007	Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	Investigar la eficacia de un programa de fortalecimiento funcional, de ejercicio de resistencia con carga de sedente a bípedo (SAB) para niños con parálisis cerebral (PC).
8.	Ryo Yonetsu, Junichi Shimizu, John Surya	The effect of physiotherapy on sit-to-stand movements in a child with spastic diplegic	2010	Disability and Rehabilitation	Evaluar el movimiento de sedente a bípedo (SAB) de un niño con parálisis cerebral antes y después de la fisioterapia (FT), con base en datos cinemáticos objetivos.
9.	Ryo Yonetsu, Osamu Nittac, John Surya	"Patternizing" standards of sit-to-stand (STS) movements with support in cerebral palsy	2009	Neuro Rehabilitation	Obtener el índice de evaluación objetiva del movimiento sentado a bípedo (SAB) de los niños con parálisis cerebral (PC)
10.	Tze-Hsuan Wang, Hua-Fang Liao, Yi-Chun Peng	Reliability and validity of the five-repetition sit-to-stand test for children with cerebral palsy	2011	Clinical Rehabilitation	Investigar las propiedades psicométricas en la prueba de las cinco repeticiones de sentarse y pararse y prueba de fuerza funcional en los niños con diplegia espástica
11.	Wilson, Holly; Haideri, Nasreen; Song, Kit; Telford, David	Ankle-foot orthoses (AFO) for preambulatory children with spastic diplegic	1997	Journal of Pediatric Orthopedics	Cuantificar los efectos de las OTP sobre la actividad funcional de SAB en niños con diplegia espástica.

Tabla 2. Descripción de la población participante en los estudios de la muestra documental.

N°	Grupo	Tamaño de la muestra	Edad (media)	Género	Clasificación de parálisis cerebral	GMFCS	Otras clasificaciones
1.	Muestra de Conve-niencia	562	3-18 años (10,9 años)	M: 326 F: 236	Espástica unilateral (29%) Espástica bilateral (37,2%) Atáxica (8,5%), Discinético (14,8%), Mixta (10,5%)	I (47,1%), II (13,5%), III (11,4%), IV (15%), V (13%)	---
2.	Experimental (con toxina botulínica)	18	2 – 6 años	---	Diplejía espástica	---	---
	Control (sin toxina botulínica)	14	2 – 6 años	---	Diplejía espástica	---	---
3.	Experimental Descalzos con férulas	19 10 9	45,2 meses	---	Diplejía espástica	---	---
4.	Experimental	27	2 – 6 años	M:14 F:13	Diplejía: 15, Hemiplejía: 12	---	No son capaces de caminar independiente o no lo suficiente para un análisis de la marcha.
	Control	21	3 – 5 años	M: 8 F: 13	---	---	
5.	Experimental	10	4 – 15 años	---	Diplejía y hemiplejía espástica	I y II	---
	Control	10	4 – 11 años	---	---	---	
6.	Experimental	15	8,5 (2,2)	M: 5 F: 10	Diplejía espástica	I (5) II (7) III (3) -----	Altura: 121.6 cm. Peso: 23,8 kg. Peso de chaleco: Alto: 11,3kg. Medio: 8,7kg. Bajo: 6,8 kg Altura: 132,8 cm. Peso 30,4 kg. Peso de chaleco: Alto: 26,1kg, Medio: 22,8 kg. Bajo: 20,2 kg
	Control	15	8,9 (1,7)	M:9 F: 6	Sanos	-----	
7.	Experimental	10	> 8 años o < 8 años	M: 7 F: 3	Diplejía espástica	I (4) II (6)	---
	Control	10		M: 5 F: 5	Diplejía espástica	I (6) II (4)	
8.	caso	1	4 años	M: 1	Diplejía espástica	III	---
9.	Experimental	50	3 – 12 años	M: 25 F: 25	Diplejía (40), Hemiplejía (8) Cuadriplejía (2) -----	I (13), II (8), III (20), IV (9)	---
	Control	10	4 - 11 años	M: 4 F: 6	-----	---	
10.	Experimental	108	8,1 años	M: 65 F: 43	Diplejía espástica	I: 53 II: 43 III:12	---
	Control	62	8,7 años	M:35 F: 27	---	---	
11.	Experimental	15	2 – 5 años	---	Diplejía espástica	---	---
	Control	20	2 – 5 años	---	---	---	

control postural para el desempeño de dicha tarea.

#### Medidas y procedimientos

En la tabla 3 se observan los procedimientos y las medidas aplicadas para la evaluación de la transferencia SAB, la cual varía de acuerdo a los diferentes autores. En cuanto a la descripción de las fases para la medición y análisis de resultados, tan solo 5 de los 11 artículos describieron las fases elegidas para su estudio:

- Eun Sook Park, describe 5 momentos de las fases las cuales consisten en: 1. Transferencia directa del tronco, 2. Flexión de cadera máxima, elevación de cadera de la silla, 3. Dorsiflexión máxima, extensión de rodilla, 4. Dorsiflexión máxima hasta la posición bípeda con extensión completa de rodilla y cadera, 5. Bípedo estable, dichas fases se manejaron para sus 2 estudios analizados en esta revisión (Park et al., 2004),
- Hennington y cols describe 3 fases de SAB de la siguiente manera: fase 1: Momento de flexión, fase 2: Impulso o fase de

transferencia, fase 3: Extensión (Hennington et al., 2004),

- Hua-Fang Liao considera medidas en tiempo como: 1. Reacción de inicio al levantarse, 2. Tiempo del ascenso y 3. Tiempo total (Liao et al., 2010),
- Ryo Yonetsu y cols describe 5 fases las cuales son: 1. Posición sedente inicial, tronco recto y manos en las rodillas, 2. Planta de los pies en el suelo, 3. Ángulo flexión de cadera y rodilla 90°, 4. Elevación a bípedo, sujetado en una baranda, 5. Bípedo, tronco y rodillas extendidas (Yonetsu et al., 2010), este autor en otro artículo del año 2009, describe dos fases las cuales son 1. Posición de la cadera en sedente 2. Posición de la cadera en bípedo (Yonetsua et al., 2009).

En cuanto al análisis de la cinemática, en 6 de los estudios revisados describen lo siguiente: 4 estudios utilizan el método de análisis de movimiento Vicon 370 sistema de 60Hz (Park et al., 2006; 2003) (Hennington et al., 2004) (Wilson et al., 1997); en un estudio realizado por Eun Sook Park utiliza marcadores reflectivos de la siguiente

Tabla 3. Medidas y procedimientos implementados en los estudios de la muestra documental

N°	Fases SAB	Cinemática	Cinética	EMG	Descripción de la evaluación	Evaluaciones	Variables
1.	---	---	---	---	Examen de registros. Preguntas a los niños y cuidadores	---	Grado de independencia -Uso de dispositivos de asistencia -Tipo de PC -GMFCS -Edad
2.	---	Análisis de movimiento Vicon 370, sistema de 60 Hz	2 plataforma de fuerza	---	---	Escala Ashworth modificada	-Duración total -Ángulo de movimiento -Momento y potencia articular -Tono muscular de tríceps sural
3.	I: Tronco hacia delante II: Flexión máxima de la cadera y elevación de lasilla III: Extensión de rodilla IV: Máxima dorsiflexión V: Soporte estable	T0: Inicia movimiento T1: Flex. de cadera T2: Ext. de rodilla T3: Dorsiflexión T4: Bípedo T5: Punto final	2 plataforma de fuerza	---	2 intentos con intervalo de 1 hora	-Vídeo análogo -Momentos de fuerza	-Tiempo -Ángulos articulares de cadera, rodilla y tobillo, -Fuerza de reacción a piso
4.	1. Flexión de tronco 2. Elevación de la silla 3. Dorsiflexión y ext. de rodilla 4. Dorsiflexión máxima hasta bípedo 5. Bípedo estable	Análisis de movimiento Vicon 370 sistema de 60 Hz	2 plataforma de fuerza	---	---	---	-Total de duración de Movimiento y de cada fase -Ángulo de movimiento -Momento y potencia articular
5.	1. Fase momento de flexión 2. Impulso - fase de transferencia 3. Fase de extensión	Vicon 370 análisis de movimiento sistema de 60 Hz	2 plataforma de fuerza	---	---	---	-Duración de Fases y total -Velocidad pico horizontal y vertical -Fuerza de reacción al suelo -Ángulos de cadera, rodilla y tobillo
6.	Tomada en tiempo: -Reacción de inicio al levantarse -Tiempo del ascenso -Tiempo total	---	---	-Glúteo máximo -Vasto lateral -Isquiotibial medial	-5 repeticiones de calentamiento -uso de tres tipos de carga y sin férulas	- EMG - RM1 - RM6 - RM10 - Tiempo	- Tiempo - EMG de superficie
7.	---	---	---	---	1 RM de SAB. Grupo experimental: SAB con carga 3 veces por semana /6 semanas.	-Test muscular manual Nicholas -GMFM-88 -Tiempo de marcha en 10mts. - Índice de Costo Fisiológico	- Puntuación GMFM - Velocidad de marcha - Fuerza isométrica de cuádriceps - Índice de Costo Fisiológico (ICF) - 1 RM de SAB
8.	1. Posición sedente 2. Pies en el suelo 3. Ángulo flexión de cadera y rodilla 90° 4. Elevación de la silla, sujetado de baranda 5. Bípedo, tronco y rodillas extendidas	Sistema de análisis de movimiento KinemaTracer (made by KISSEI COMTEC company) de 60 Hz	3 Placas de fuerza (2 placas en cada pie y 1 placa en asiento)	---	Vídeo digital tomado del lado menos espástico (lado derecho)	---	-Duración total del movimiento SAB -Ángulo de movimiento, -Momento y potencia articular
9.	1. Posición de la cadera en sedente 2. Posición de la cadera en bípedo	---	---	---	Vídeo digital tomado del lado dominante de los sujetos	---	8 ítems para la primera fase y 7 para la segunda fase: - Movimiento articular y movimiento compensatorio
10.	---	---	---	---	Calentamiento (10 min), estiramiento y marcha. 5 repeticiones rápidas cronometradas.	-GMFM -Prueba de SAB 5 Rep. -Dinamómetro -Velocidad de marcha en 15 m	- Repeticiones - Carga - Fuerza isométrica muscular - Velocidad de la marcha
11.	---	Análisis de movimiento Vicon 370 sistema de 60 Hz.	2 plataforma de fuerza	---	---	- La amplitud de movimiento, - estrategias SAB	-Duración de movimiento y fases -Rango de movimiento -Fuerzas de reacción del suelo

manera: T0: marcador sacro inicia el movimiento, T1: flexión máxima de la cadera, T2: extensión abrupta de rodilla, T3: máxima dorsiflexión del tobillo, T4: bípedo con extensión completa de cadera y rodilla, T5: punto final (Park et al., 2004) Ryo Yonetsu y cols utilizaron un sistema de análisis de movimiento KinemaTracer (made by KISSEI COMTEC company) de 60 Hz. (Yonetsu et al., 2010).

En 6 estudios se describe como fue evaluada la cinética para el estudio SAB, de los cuales 4 estudios analizados utilizan 2 plataformas de fuerza (Park et al., 2003; 2004; 2006), Ryo Yonetsu en su estudio utilizó 3 plataformas de fuerza las cuales correspondían a 2 placas en cada pie y 1 placa en el asiento (Yonetsu et al., 2010) y Wilson Holly

utilizó 1 plataforma de fuerza en su estudio (Wilson et al., 1997)

Para la medición de la contracción muscular solo un estudio utilizó electromiografía de superficie, utilizando electrodos en puntos específicos como se describe a continuación: glúteo máximo (GM): punto medio entre trocánter mayor y sacro vasto lateral, (VL): cara antero-lateral del muslo, 5 dedos desde el borde superior de la rótula, isquiotibial medial (HM): punto medio de la tuberosidad ciática y la línea medial de la rodilla (Liao et al., 2010).

En 7 artículos se describe la evaluación utilizada para los participantes en el cual, Elisabet Rodby emplea un registro y aplicación de cuestionario de preguntas a los niños y cuidadores con seguimiento



periódico vía telefónica (Rodby-Bousquet y Hägglund, 2010). Eun Sook Park y dentro de la evaluación propia consideraba 2 intentos con intervalo de 1 hora (Park et al., 2004), Hua-Fang Liao aplicó 5 repeticiones de calentamiento, al momento de iniciar se generaba un comando lumínico y el niño generaba el movimiento a una velocidad cómoda, usando tres tipos de carga distinta, y sin uso de férulas (Liao et al., 2010), Hua-Fang Liao y cols aplicó únicamente 1 repetición máxima (1RM de SAB) además que en el grupo experimental la transferencia SAB se realiza con ejercicios de carga 3 veces a la semana por 6 semanas (Liao et al., 2007), Ryo Yonetsu emplea el vídeo digital tomado del lado menos espástico (lado derecho) (Yonetsu et al., 2010), y en el estudio anterior de este mismo autor emplea el Vídeo digital tomado del lado dominante de los sujetos (Yonetsua et al., 2009), Tze-Hsuan Wang aplica un calentamiento de 10 minutos, estiramiento y ejecución de marcha, para continuar con 5 repeticiones tan rápido como el niño pudiera y es contabilizada por cronometro (Wang et al., 2011).

En 6 artículos revisados se describen las evaluaciones realizadas a los participantes como: Eun Sook Park aplica la escala Ashworth modificada (Park et al., 2006), Eun Sook en su estudio de 2004 utilizó vídeo análogo momentos de fuerza (Park et al., 2004), Hua-Fang Liao considero los resultados de la evaluación de electromiografía, resistencia máxima al primer, sexto y décimo minuto (RM<sub>1</sub>, RM<sub>6</sub>, RM<sub>10</sub>) y la evaluación de tiempo de ejecución (Liao et al., 2010). Hua-Fang Liao utilizó para su análisis el test muscular manual Nicholas, la evaluación del GMFM-88, el tiempo de marcha en 10 metros y el índice de costo fisiológico (Liao et al, 2007), Tze-Hsuan Wang y cols emplearon el uso de la evolución del GMFM, la prueba de sentarse pararse de 5 repeticiones, el dinamómetro, la velocidad de la marcha en 15 metros (Wang et al., 2011), Wilson et al (1997) evaluaron la amplitud de movimiento y las estrategias SAB de respuestas compensatorias

En cuanto a las variables utilizadas y descritas en los estudios se encuentran las siguientes: Rodby-Bousquet y Hägglund (2010) utilizaron el grado de independencia del niño, el uso de dispositivos de asistencia, el tipo de PC, el nivel según el GMFCS y la edad, contemplaron para su análisis la duración total del movimiento y de cada fase de manera específica, el ángulo de movimiento y el momento de mayor potencia articular, en el siguiente año midió su estudio en termino de tiempo, ángulos articulares de cadera, rodilla y tobillo y fuerza de reacción a piso (Park et al, 2004), y dos años más adelante considero además el tono muscular de tríceps sural (Park et al, 2006), Gabriella Hennington analiza la duración de las fases, la duración total, la velocidad pico horizontal y vertical de la cabeza, las fuerzas de reacción al suelo y los ángulos articulares de cadera, rodilla y tobillo (Hennington et al., 2004) Hua-Fang Liao estima el tiempo total de la fase y los resultados de la EMG de superficie (agonistas y antagonistas) durante la contracción isométrica (Liao et al, 2010), el mismo autor en su estudio anterior considera la puntuación del GMFM, la velocidad de la marcha, la fuerza isométrica de los extensores de la rodilla, el índice de costo fisiológico (ICF) y el 1 RM de SAB (Liao et al, 2007), Ryo Yonetsu estima la duración total del movimiento SAB, el ángulo de movimiento, el momento y la potencia articular (Yonetsu et al., 2010), en un estudio anterior tomaron en consideración 8 ítems para la primera fase y 7 para la segunda

fase, estableciendo movimiento articular y movimiento compensatorio (Yonetsua et al., 2009), Tze-Hsuan Wang contempla el número de repeticiones, la carga impuesta, la fuerza muscular isométrica y velocidad de la marcha (Wang et al., 2011), Wilson Holly determina el total de duración del movimiento y de las fases, el rango de movimiento y las fuerzas de reacción al suelo (Wilson et al., 1997).

### Influencia de los factores determinantes en SAB

Se puede observar en la Tabla 4 los factores determinantes para el SAB, todos los autores coinciden en cuanto al posicionamiento de la silla, el cual debe dejar la cadera en un ángulo de 90° (Rodby-Bousquet y Hägglund, 2010; Park et al, 2004; 2006; Liao et al, 2007; Wilson et al, 1997), para el posicionamiento de la rodilla 3 artículos coinciden en un ángulo de flexión de 105° (Liao et al, 2007; Wang et al., 2011), Hua-Fang Liao recomienda posicionar tobillo a 15° de dorsiflexión en sus dos artículos (Liao et al, 2010), los demás estudios no toman en cuenta la posición de cuello de pie.

En cuanto a las condiciones del pie, Rodby-Bousquet y Hägglund (2010), Park et al (2004, 2006), Hennington (2004), Yonetsu, Shimizu y Surya, (2010), referencian los pies descubiertos o descalzos y Wilson et al (1997) lo analiza tanto con pies descalzos, con AFO. Todos los autores coinciden en que la distancia de la amplitud de los pies corresponde al ancho de los hombros. La posición de los miembros superiores en 7 artículos referencian la posición de las manos, en el cual 4 estudios referencia los brazos en el pecho (Hennington et al., 2004; Liao et al, 2007, 2010; Wang et al., 2011), 2 artículos con las manos sobre las rodillas (Rodby-Bousquet y Hägglund, 2010; Yonetsu et al., 2010) y 1 estudio con la ubicación de las manos con o sin apoyo de una barra horizontal (Wilson et al, 1997). En lo que corresponde al número de intentos realizados durante el estudio, se observa que en la gran mayoría de artículos se realizan entre 2 hasta 5 intentos, solo en 2 estudios permitieron varios intentos (Park et al, 2006; 2004)

### Resultados

Los resultados de todos los estudios varían en cuanto a su objetivo, población, metodología y variables seleccionadas. El estudio de Rodby-Bousquet y Hägglund (2010) es el único estudio que relacionó el uso de dispositivos de ayuda y asistencia con la edad, tipo y nivel de PC, encontrando que en su gran mayoría toda la muestra usa silla estándar para sus actividades y su representación porcentual se correspondía con el nivel funcional GMFCS, lo pertinente al ponerse de pie, el uso de una ayuda se correlaciona con la adaptación del asiento y el nivel de GMFCS, donde la población más independiente son los niños con parálisis cerebral tipo hemiplejía. Al momento de levantarse de la silla el GMFCS se convierte en un sistema de predicción de asistencia y el rendimiento en levantarse y sentarse. Todos del nivel I y el 87% en el nivel II eran independientes, niveles III y IV el 64% requirieron apoyo y el nivel V sólo el 7% se puso en posición bípeda con apoyo. De lo anterior, se encontró una correlación positiva en el uso de dispositivos de asientos y adaptaciones auxiliares con el aumento de niveles GMFCS ( $p < 0,001$ ) y no hay diferencia entre los tipos PC ( $p < 0,001$ ). El uso de ayuda fue más frecuente en los niños en edad preescolar 3-6 años ( $p < 0,001$ ) el cual se corresponde con el desempeño de función motora para la edad. (Rodby-Bousquet y

Tabla 4. Determinantes del SAP definidos en los estudios de la muestra documental

N°	Posición en la silla	Posicionamiento inicial de pies	Posición de miembros superiores	Número de intentos
1.	La cadera y la rodilla ángulo de flexión de 90°	Planta del pie en el suelo; pies descalzos	Las manos en las rodillas	3 intentos; un movimiento constante es seleccionado
2.	Articulaciones del tobillo, rodilla y cadera lo más cercano a 90° como sea posible	- Los pies descalzos - Ambos pies se mantienen la ancho de los hombros en el suelo		
3.	---			
4.	Articulaciones del tobillo, rodilla y cadera lo más cercano a 90° como sea posible	Pies mantienen anchura de los hombros en el suelo		
5.	Dos alturas de silla: - Bajo: Distancia del talón al pliegue poplíteo. - Alto: 120% de la altura de la silla baja.	Descalzo	Brazos cruzados sobre el pecho	
6.	- Altura ajustada a cada niño - Flexión de cadera 90° y rodilla 105° - Tobillo a 15° de dorsiflexión - Tronco erecto	Tobillo a 15° de dorsiflexión	cruzados sobre el pecho	
7.	Flexión de cadera 90° y rodilla 105° (extensión completa 0°), la dorsiflexión 15°, tronco erguido	Planta del pie en el suelo	Manos en la cintura o cruzando el pecho	
8.	A la altura de la rodilla en posición sedente.-	Pies descalzos a lo ancho de los hombros en el suelo y placas de fuerza	Inicialmente en rodillas, en la ejecución las manos están en baranda.	
9.	---			
10.	Ajustable a la altura sin apoya brazos Cadera: 90°. Rodilla 105°	Firmes en colchoneta	Cruzados sobre el pecho	
11.	Caderas, rodillas y tobillos lo más cercano a 90° como sea posible	Descalzo y con AFO bloqueados y desbloqueados Pies al ancho de los hombros	Con o sin barra horizontal	

Hägglund, 2010).

El análisis del tiempo de la transferencia SAB en los niños con PC, se observa que emplean un mayor tiempo total (Park et al., 2003; Hennington et al., 2004), este tiempo no se ve afectado por la altura de la silla (Hennington et al., 2004), Hua-Fang encuentra que este tiempo de duración de la fase esta prolongado específicamente en el momento de extensión de rodilla (Liao et al, 2010)

Las compensaciones se ven representadas en la inclinación pélvica y el aumento de flexión de cadera, además la extensión de rodilla durante la verticalización posee un momento y potencia muscular menor tanto en cadera y rodilla en relación con pares sin alteraciones neurológicas (Park et al., 2003).

Eun Sook Park en su estudio de 2004 toma en consideración el uso de la AFO (Ankle-Foot Orthosis) articulada durante la transferencia en niños con parálisis cerebral, la cual genero un cambio positivo durante la transferencia, generando una ventaja de rangos y momentos articulares para cadera y rodilla (Park et al, 2004).

Por su parte Eun Sook Park observó que en los niños con parálisis cerebral post toxina, redujeron el tiempo de duración total de la transferencia, al igual que los ángulos articulares de pelvis y cadera, además incrementaron los momentos máximos de cadera y rodilla y se redujo el de tobillo, de tal manera que se tradujo en una ventaja mecánica observado en parámetros cinemáticos y cinéticos. (Park,

et al 2006)

El estudio electromiográfico de Hua-Fang Liao mostro la activación muscular, con mayor cocontracción del bíceps femoral actuando como agonista, el vasto lateral del cuádriceps en la fase ascendente presenta un mayor pico con resistencia baja de carga, y los isquiotibiales actúan como antagonistas en la fase de extensión completa (Liao et al, 2010).

En el uso de carga en la transferencia SAB en los niños con parálisis cerebral, se observaron diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de GMFM, 1-RM SAB y ICF respecto al grupo control (Liao et al, 2007).

El estudio de Ryo Yonetsu compara las variables pre y post rehabilitación con terapia física, el cual reveló dentro de los parámetros SAB que se reduce el tiempo de ejecución, además del manejo del centro del masa y las compensaciones flexoras de cadera y rodilla e incluyendo la dorsiflexión de los tobillos, además de una posición bípeda con mayor estabilidad al final de la fase (Yonetsu et al., 2010).

## Conclusiones

En las conclusiones de los 11 artículos revisados se puede establecer que en niños con parálisis cerebral según la clasificación del GMFCS, el nivel de funcionalidad puede llegar a ser un buen indicador en la eficacia de la transferencia de SAB (Rodby-Bousquet y Hägglund, 2010).



Es posible distinguir las características y diferencias del movimiento de SAB en niños regulares y niños con PC (Yonetsua et al., 2009), en quienes se observa disminución de la velocidad del movimiento de SAB, produciendo un aumento en la inclinación anterior de pelvis y disminución en el momento extensor de rodilla (Park et al., 2003). La medida de dorsiflexión pasiva no se correlaciona con la dorsiflexión durante las actividades de soporte de peso o con el movimiento eficiente del SAB en pacientes con diplejía espástica (Wilson et al, 1997).

En las intervenciones terapéuticas para mejorar la posición del cuello de pie, se encuentra la aplicación de toxina botúlica tipo A en los músculos gastrocnemios espásticos, generando una mejor ejecución de la transferencia de SAB en niños con diplejía espástica (Park et al, 2006). Otra ayuda terapéutica es el uso de los AFOs articuladas, el cual produce una disminución en el tiempo de ejecución y mejora la cinemática de rodilla y tobillo en la transferencia de SAB, pero sin tener mayor impacto en compensaciones proximales en pelvis y cadera en niños con diplejía espástica (Park et al, 2004).

Lo que concierne a las características de la silla para llevar a cabo el movimiento de SAB, los niños con PC son capaces de modificar los patrones de movimiento ante los cambios de altura de la silla con igual facilidad que los niños sin alteraciones de movimiento. Además la ejecución de la transferencia de SAB de una silla baja en niños con PC produce una disminución en la velocidad del momento extensor contra gravedad. (Hennington et al., 2004).

La ejecución del movimiento de SAB muestra una activación muscular de miembros inferiores según Hua-Fang Liao, al realizar la transferencia de SAB con carga en niños con PC podría aumentar la contracción de músculos agonistas de miembro inferior, e incluir dicha carga en un plan de ejercicios para mejorar las habilidades motoras básicas, la fuerza muscular funcional y la eficacia de la marcha. (Liao et al, 2007, 2010)

La prueba de cinco repeticiones de SAB según el autor Tze-Hsuan Wang puede llegar a ser utilizado para la evaluación de fuerza muscular funcional de miembros inferiores en niños con diplejía espástica, ya que esta prueba presenta una fiabilidad y correlación en el rendimiento funcional (Wang et al, 2011).

Es posible concluir que la transferencia de sedente a bípedo en niños con parálisis cerebral es uno de los ítems que debe ser tenido en cuenta como determinante de habilidades físicas como la fuerza funcional de miembros inferiores, así como factores que influyen en su desarrollo

como el tipo de tratamientos favorables para el manejo de espasticidad, posición del tobillo y la altura adecuada de la silla, para aumentar la eficacia de la transferencia, esta habilidad motriz se traduce en aumento de desempeño del niño con PC en su entorno cotidiano.

## DISCUSIÓN

El conocer las diversas características que los niños con parálisis cerebral utilizan para realizar la transferencia de sedente a bípedo nos permite entender el proceso biomecánico utilizado, nivel de funcionalidad, la participación de los niños y como los factores contextuales facilitan o restringen el movimiento.

Dentro del proceso de descripción del movimiento se hace necesario conocer las diferentes fases, todos los autores coinciden en dividir SAB en dos grandes fases (una horizontal: sedente y otra vertical: bípedo), pero no hay un estándar de sub-fases que permita la homogeneidad en la descripción y análisis, para facilitar su comparación.

Las características biomecánicas están directamente relacionadas con la condición de la silla en cuanto a la altura y que se podría decir respecto a la dureza de dicho utensilio, ¿modifica las condiciones biomecánicas del paso de SAB en niños con PC?

Las características cinemáticas son capturadas en su gran mayoría con un sistema de análisis de movimiento digital y como método alternativo la toma de video análogo. La cinética es medible a través de plataformas de fuerza y como proceso más específico la toma de electromiografía de superficie.

Debido a la diversidad de objetivos en todos los artículos se resalta las variables que describen las fases de la transferencia, los ángulos y momentos articulares de cada fase, la diferencia de tiempo en comparación con niños sin compromiso neurológico, la influencia de ayudas ortésicas o terapéuticas previas, el nivel de funcionalidad motriz, el tipo de PC, la altura y características de la silla, el número de intentos durante la ejecución y los sistemas de análisis como lo son los protocolos técnicos de medición. Sin coincidir en su totalidad, lo que dificulta la lectura, análisis y comprensión de los resultados, por lo cual se recomienda para próximos estudios sobre la transferencia SAB en niños con PC, medir y estandarizar parámetros que arrojen resultados puntuales y que se traduzcan en términos prácticos en su aplicación terapéutica para aumentar la eficacia de esta actividad y la independencia del niño, aportando además a las investigaciones que desde la fisioterapia se dan para el análisis del movimiento en niños con parálisis cerebral.

# REFERENCIAS

- Cahill, B. M., Carr, J. H., & Adams, R. (1999). Inter-segmental co-ordination in sit-to-stand: an age cross-sectional study. *Physiother Res Int*, 4(1), 12-27.
- Hennington, G., Johnson, J., Penrose, J., Barr, K., McMulkin, M. L., & Vander Linden, D. W. (2004). Effect of bench height on sit-to-stand in children without disabilities and children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(1), 70-76.
- Lee, M. Y., & Lee, H. Y. (2013). Analysis for Sit-to-Stand Performance According to the Angle of Knee Flexion in Individuals with Hemiparesis. *Physical Therapy Science*, 25, 1583-1585.
- Liao, H.-F., Gan, S.-M., Lin, K.-H., & Lin, J.-J. (2010). Effects of Weight Resistance on the Temporal Parameters and Electromyography of Sit-to-Stand Movements in Children With and Without Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 99-106.
- Liao, H.-F., Liu, Y.-C., Liu, W.-Y., & Lin, Y.-T. (2007). Effectiveness of Loaded Sit-to-Stand Resistance Exercise for Children With Mild Spastic Diplegia: A Randomized Clinical Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 25-31.
- Park, E. S., Park, C. I., Lee, H. J., Kim, D. Y., Lee, D. S., & Cho, S. R. (2003). The characteristics of sit-to-stand transfer in young children with spastic cerebral palsy based on kinematic and kinetic data. *Gait Posture*, 17(1), 43-49.
- Park, E. S., Park, C., Chang, H. J., Choi, J. E., & Lee, D. S. (2004). The Effect of Hinged Ankle-Foot Orthoses on Sit-to-Stand Transfer in Children With Spastic Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 2053-2057.
- Park, E. S., Park, C., Chung Chang, H., Park, C., & Lee, D. S. (2006). The effect of botulinum toxin type A injection into the gastrocnemius muscle on sit-to-stand transfer in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 668-674.
- Rodby-Bousquet, E., & Hägglund, G. (2010). Sitting and standing performance in a total population of children with cerebral palsy: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 1-8.
- Roebroek, M. E., Doorenbosch, C. A., Harlaar, J., Jacobs, R., & Lankhorst, G. J. (1994). Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer. *Clin Biomech*, 9(4), 235-244.
- Roy, G., Nadeau, S., Gravel, D., Malouin, F., McFadyen, B., & Pottie, F. (2006). The effect of foot position and chair height on the asymmetry of vertical forces during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. *Clinical Biomechanics*, 21, 585-593.
- Roy, G., Nadeau, S., Gravel, D., Pottie, F., Malouin, F., & McFadyen, B. (2007). Side difference in the hip and knee joint moments during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. *Clinical Biomechanics*, 795-804.
- Silvia Leticia Pavao, Adriana Neves dos Santos, Marjorie Hines Woolacott, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha. (2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. *Research in Developmental Disabilities* 34, 1367-1375.
- Sibella, F., Galli, M., Romei, M., Montesano, A., & Crivellini, M. (2003). Biomechanical analysis of sit-to-stand movement in normal and obese subjects. *Clin Biomech*, 18(8), 745-750.
- Tully, E. A., Fotoohabadi, M. R., & Galea, M. P. (2005). Sagittal spine and lower limb movement during sit-to-stand in healthy young subjects. *Gait Posture*, 22(4), 338-345.
- Uzun, S. (2013). The effect of long-term training program on balance in children with cerebral palsy: Results of a pilot study for individually based functional exercises. *Educational Research and Reviews* 8.11, 747-757.
- Wang, T.-H., Liao, H.-F., & Peng, Y.-C. (2011). Reliability and validity of the five-repetition sit-to-stand test for children with cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 26 (7), 664-671.
- Weierink, L., Vermeulen, R.J. & Boyd, R.N. (2013). Brain structure and executive functions in children with cerebral palsy: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities* 34, 1678-1688.
- Wilson, H., Haideri, N., Song, K., & Telford, D. (1997). Ankle-foot orthoses for preambulatory children with spastic diplegia. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 370-376.
- Yonetsu, R., Shimizu, J., & Surya, J. (2010). The effect of physiotherapy on sit-to-stand movements in a child with spastic diplegia. *Disability and Rehabilitation*, 32 (7), 598-605.
- Yonetsua, R., Nittac, O., & Surya, J. (2009). "Patternizing" standards of sit-to-stand movements with support in cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 25, 289-296.