

ARTÍCULO ORIGINAL

CINÉTICA DE MARCHA, BALANCE POSTURAL E ÍNDICE DE MASA CORPORAL DURANTE EL PRIMER, SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE EMBARAZO

Alexis Caniuqueo^{1,2,a}, José Fernandes^{3,4,a}, Guissela Quiroz^{2,5,b}, René Rivas^{6,c}

¹ Laboratorio de Fisiología y Biomecánica, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile

² Red de Investigación Biociencias, Chile

³ Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil

⁴ Centro de Excelencia en Evaluación Física, Rio de Janeiro, Brasil

⁵ Academia de Idiomas y Estudios Profesionales (AIEP), Chile

⁶ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile

^a Doctor

^b Licenciada

^c Magíster, Académico

Artículo recibido el 18 de diciembre de 2013 y aceptado para publicación el 8 de enero de 2014.

Declaración de Responsabilidad y Conflictos de interés:

Los autores declaramos que participamos en la concepción de la investigación, en el análisis de los resultados y que contribuimos efectivamente en la realización del artículo "Cinética de marcha, balance postural e índice de masa corporal durante el primer, segundo y tercer trimestre de embarazo". Hacemos pública nuestra responsabilidad por el contenido.

Declaramos que no fueron omitidas ninguna de las relaciones o acuerdos de financiamiento entre los autores y empresas o instituciones que pudiesen tener interés en la publicación de este artículo. Afirmamos que no existen conflictos de intereses con el tema abordado en el artículo, ni con los productos/ítems citados. Declaramos que el artículo citado arriba es original y que no fue enviado a otra revista científica

Correspondencia:

Dr. Alexis Caniuqueo Vargas
Avenida Alemania 01090, Temuco, Chile.
Teléfono: 045 – 942663

✉ alexis.caniuqueo@uautonoma.cl
alexis.caniuqueo@yahoo.com

RESUMEN

Introducción: El embarazo se caracteriza por un conjunto de cambios en aspectos fisiológicos, psicológicos, emocionales y mecánicos que pueden afectar a la salud. **Objetivos:** Analizar el comportamiento cinético de marcha, balance postural e índice de masa corporal (IMC) por trimestre de embarazo. **Diseño:** Estudio no experimental, descriptivo y de comparación. **Institución:** Laboratorio de Fisiología y Biomecánica, Universidad Autónoma de Chile. **Participantes:** Gestantes. **Intervenciones:** La muestra fue de 25 mujeres entre 20 y 30 años, seleccionadas bajo un criterio no probabilístico. La marcha y el balance postural fueron evaluados a partir del comportamiento de la fuerza de reacción al piso por centro de presión, en plataformas de marcha y oscilógrafo postural, respectivamente, ambos de fabricación Artoficio. Se calculó el IMC a partir del peso y talla medida por estadiómetro marca Seca Modelo 700. **Principales medidas de resultados:** Alteraciones en la cinética de marcha y en el balance postural. **Resultados:** Entre los diferentes trimestres de embarazo, para la marcha se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en la potencia en la fase de apoyo y empuje, duración pisada del pie izquierdo y trabajo en la fase de empuje; para el balance postural se halló diferencias significativas en condiciones de seguimiento y vista al frente en posturografía estática ($p < 0,05$); también existieron diferencias significativas en el IMC. **Conclusiones:** El aumento significativo de IMC podría generar alteraciones en la cinética de marcha en la respectivas sub fases de la fase de apoyo y en el balance postural en condiciones de vista al frente y ojos cerrados.

Palabras clave: Embarazo, marcha, balance postural, índice de masa corporal.

KINETICS OF GAIT, POSTURAL BALANCE AND BODY MASS INDEX DURING THE FIRST, SECOND AND THIRD TRIMESTER OF PREGNANCY

ABSTRACT

Introduction: Pregnancy is characterized by a set of physiological, psychological, emotional and mechanical changes that can affect health. **Objectives:** To determine gait and postural balance kinetics behavior and body mass index (BMI) by trimester the pregnancy. **Design:** Non-experimental, descriptive and correlation study. **Setting:** Physiology and Biomechanics Laboratory, Universidad Autónoma de Chile. **Participants:** Pregnant women. **Interventions:** The sample consisted in 25 20-30 year-old pregnant women selected by non-probabilistic criterion. Gait and postural balance were determined by force to the floor by pressure center reaction behavior in Artoficio gait platforms and postural oscillographs. Seca 700 stadiometer was used to obtain weight and size for BMI calculation. **Main outcome measures:** March kinetics and postural balance alterations. **Results:** Significant differences ($p < 0.05$) were found in the different trimesters of pregnancy in the support phase and push power of march, left foot tread duration and work in the pushing phase; significant differences were also found for postural balance in follow up conditions and static posturography front view ($p < 0.05$); BMI showed also significant differences. **Conclusions:** BMI significant increase could generate alterations in the respective support sub phases of gait kinetics and postural balance in front view and closed eyes conditions.

Keywords: Pregnancy, gait, postural balance, body mass index.



INTRODUCCIÓN

El embarazo se caracteriza por una dinámica constante de cambios producidos en la mujer, condicionada por variaciones psico emocionales, fisiológicas y morfológicas que pueden afectar al comportamiento biomecánico de quien se encuentra en esta condición ^(1,2).

El aumento en el tamaño de estructuras, el comportamiento mecánico de los tejidos, la disminución del nivel de actividad física y las ganancias de peso corporal condicionan los efectos de la fuerza de gravedad en la funcionalidad de esta población^(1,3). Este aumento de dimensiones y aumento de masa corporal pueden causar perturbaciones del centro de gravedad y una mayor fuerza de oscilación o central que conducen a un cambio de la postura y balance⁽⁴⁻⁷⁾.

Los cambios posturales evidenciados durante el período de gestación se establecen como molestias músculo esqueléticas constantes en columna y miembro inferior, generando ajustes sistemáticos de postura estática y dinámica que pueden ocasionar alteraciones en el desarrollo de la marcha⁽³⁾. La marcha humana ha constituido una herramienta importante de estudio unida a las consecuencias de las alteraciones músculo esqueléticas, ya sea transitorias o permanentes, que presenta el ser humano^(8,9). El ciclo de marcha contempla una fase de apoyo y otra de balanceo que comienzan con el contacto del pie en el suelo y finalizan con el contacto nuevamente del mismo pie, distinguiéndose un apoyo simple y uno doble cuando uno o dos pies están en contacto con el suelo, respectivamente⁽³⁾. La fase de apoyo contempla las sub fases de aceptación del peso, apoyo medio y despegue, y la fase de balanceo las sub fases de aceleración balanceo medio y desaceleración⁽¹⁰⁾.

El estudio de la marcha se desarrolla a partir de parámetros cinemáticos que consideran las variaciones angulares y desplazamientos de los diferentes segmentos corporales^(3,10), además de antecedentes cinéticos que contemplan el estudio de las fuerzas de reacción al piso, los cuales permiten observar los patrones de oscilaciones verticales del centro de gravedad durante el apoyo, fuerzas de frenado y empuje, resistencia a la prono y supinación, momentos de fuerzas y potencias de trabajo a partir de cada zancada^(3,10-13).

En este sentido, variables como alteraciones músculo esqueléticas, alteraciones de balance postural, rango de movilidad articular, uso y tipo de calzado, condición elástica de los tejidos y contracciones músculo tendinosa, género, edad, peso corporal y otras, condicionan el comportamiento de esta variable⁽⁵⁾.

Por otro lado, las alteraciones del balance postural han generado el surgimiento de variadas investigaciones sobre el comportamiento del centro de presión y su desplazamiento dentro de una base de sustentación durante la posición bípeda, siendo controlada por los sistemas responsables de la postura, entre ellos los del sistema somato sensorial (propioceptores y mecanorreceptores), vestibular y visual⁽¹⁴⁾.

La propiocepción como modalidad sensorial abarca las sensaciones del movimiento articular y la posición articular, contribuyendo a la programación motora y respuestas musculares para la estabilidad postural⁽¹⁵⁾. El sistema vestibular a partir de los movimientos detectados por la retina determina los movimientos de sí mismo y los del ambiente. La información de los receptores sensoriales del aparato vestibular interactúan con la información del sistema visual y somato sensorial para producir una alineación adecuada del cuerpo y control postural, ya que las señales vestibulares por sí solas no pueden entregar al sistema nervioso central una imagen verdadera de cómo se mueve el cuerpo en el espacio⁽¹⁶⁻¹⁹⁾.

A pesar de existir un incremento de investigaciones relacionadas al balance postural, y de acuerdo a la búsqueda realizada por los autores, la investigación de esta variable es escasa y no considera un mismo grupo de estudio para describir en forma longitudinal el comportamiento trimestral de estas variables. De acuerdo a lo anterior, los autores plantearon como objetivo de esta investigación analizar el comportamiento cinético de marcha, balance postural e índice de masa corporal (IMC) por trimestre de embarazo.

MÉTODOS

Bajo un diseño no experimental, descriptivo y comparativo se estudió los datos a partir de una metodología cuantitativa. La muestra fue seleccionada bajo un criterio no probabilístico por conveniencia, considerando a 25 mujeres. Se consideró como criterios de inclusión la



edad de 20 a 30 años, tener diagnóstico de embarazo, estar en control maternal, primerizas y firma de consentimiento informado, procediendo de acuerdo a la declaración de Helsinki y excluyendo a aquellas mujeres que presentaban pérdida maternal o retiro voluntario de la investigación.

Las evaluaciones de cinética de marcha, balance postural e IMC fueron realizadas durante las semanas 12, 24 y 36 de embarazo, correspondiendo al primer, segundo y tercer trimestre de embarazo, respectivamente.

La evaluación cinética de marcha se desarrolló a partir de una plataforma de marcha Artificio⁽²⁰⁾, a través de la lectura de duración de pisada, potencia y trabajo de ambos pies de la fase de apoyo y sub fases aceptación del peso, apoyo medio y empuje del ciclo de marcha, en función de las fuerzas de reacción al piso del centro de presión durante cada trimestre de embarazo. La evaluación del balance postural se realizó con un oscilógrafo postural Artificio⁽²¹⁾ a través de la lectura de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, permitiendo aislar la participación del sistema visual en la evaluación del control postural. Las variables de posturografía analizadas fueron el área de desplazamiento del centro de presión (COP), velocidad media de desplazamiento del

COP y energía utilizada. El IMC se obtuvo a partir de la medición de peso y la talla de acuerdo al protocolo de medición ISAK⁽²²⁾; fueron evaluados con una báscula y estadiómetro marca Seca modelo 700.

Para determinar la distribución de normalidad de la muestra se consideró la prueba estadística de Shapiro-Wilk. En caso de las variables que presentaron una distribución normal se utilizó la prueba paramétrica Anova para muestras repetidas y la prueba Friedman como estadística no paramétrica para las variables que presentaron una distribución anormal. En variables que presentaron diferencias significativas entre los tres trimestres en las pruebas de Anova para muestras repetidas y Friedman, se aplicó el ajuste de Bonferroni y el estadístico Wilcoxon, respectivamente, a fin de poder identificar en qué trimestres se producían diferencias.

RESULTADOS

Las variables antropométricas de peso (kg) e IMC (kg/m²) mostraron un aumento progresivo de los valores promedios en los respectivos trimestres de embarazo, como se observa en la tabla 1, y a la vez diferencias significativas en los respectivos trimestres (p = 0,000).

TABLA 1. VALORES DESCRIPTIVOS Y COMPARATIVOS DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y CINÉTICA DE MARCHA.

Variables	Valores promedio Primer trimestre		Valores promedio Segundo trimestre		Valores promedio Tercer trimestre		Anova Friedman (Valor p)
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Talla (m)	1,59	±0,05	1,59	±0,05	1,59	±0,05	1
Peso (kg)	61,69	±6,94	65,53	±6,92	71,46	±7,20	0,000*
IMC (kg/m ²)	24,26	±2,20	25,78	±2,26	28,13	±2,29	0,000*
Potencia (W) HC derecha	-27,9296	±7,25	-30,8607	±8,94	-30,082	±8,62	0,003*
Potencia (W) HC izquierda	-22,0374	±5,46	-24,6087	±5,10	-22,0459	±10,72	0,043*
Potencia (W) TO derecha	35,8488	±8,80	40,4232	±10,53	41,2295	±10,35	0,003*
Potencia (W) TO izquierda	37,1171	±7,99	40,1015	±9,23	40,7966	±9,24	0,000*
Duración (s) pisada derecho	0,8125	±0,21	0,7465	±0,08	0,7699	±0,09	0,052
Duración (s) pisada izquierdo	0,787	±0,09	0,7684	±0,08	0,799	±0,08	0,002*
Trabajo (J) HC derecho	-9,4339	±1,84	-10,4455	±2,94	-10,3167	±2,85	0,144
Trabajo (J) HC izquierdo	-6,5646	±1,84	-7,0332	±1,95	-7,2018	±2,11	0,377
Trabajo (J) TO derecho	15,7155	±9,31	12,3385	±7,53	14,4398	±7,27	0,289
Trabajo (J) TO izquierda	11,4912	±4,64	12,6523	±5,68	13,1536	±5,72	0,001*

Valores de significancia < 0,05*. Unidades de medidas de variables: metros (m), kilogramos (kg), watts (W), segundos (s), joules (J). Potencia HC = potencia en fase de apoyo en sub fase de aceptación del peso, apoyo medio. Potencia TO = potencia en fase de apoyo en sub fase de despegue. Trabajo HC = fase de apoyo en sub fase de despegue. Trabajo TO = fase de apoyo en sub fase de despegue.



En relación a las variables cinéticas, la potencia HC (potencia en fase de apoyo en sub fase de aceptación del peso, apoyo medio) y la potencia TO (potencia en fase de apoyo en sub fase de despegue) mostraron una variación de watts (W) durante las diferentes etapas de embarazo, en la pisada de pie derecho como izquierdo, además de diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los trimestres de embarazo.

Para la duración de pisada expresada en segundos (s), se presentaron solo diferencias significativas en la pisada del pie izquierdo ($p = 0,002$). Situación similar se observó en la variable trabajo TO (fase de apoyo en sub fase de despegue) de acuerdo al registro de joules (J) en los respectivos trimestres ($p = 0,001$).

Respecto al balance postural, la velocidad media mostró diferencia significativa en condiciones de seguimiento y vista al frente ($p = 0,003$ y $p = 0,012$), pero no en condiciones de ojos cerrados. En relación al área de COP, esta solo presentó diferencias significativas en condiciones de vista al frente ($p = 0,031$). Por otra parte, la energía utilizada en el control de balance postural tuvo variaciones significativas en todos los trimestres de embarazos ($p = 0,005$, $p = 0,006$ y $p = 0,040$, respectivamente) y el Romberg no presentó variaciones significativas (tabla 2).

En la tabla 3 se muestra los valores promedios y desvío estándar (DE) de antropometría, velocidad media, área de centro de presión y energía

TABLA 2. VALORES DE COMPARACIÓN POR TRIMESTRES DE VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y DE CINÉTICA DE MARCHA, QUE PRESENTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

Variables	Trimestre 1 y 2 Bonferroni - Wilcoxon (Valor p)	Trimestre 2 y 3 Bonferroni - Wilcoxon (Valor p)	Trimestre 1 y 3 Bonferroni - Wilcoxon (Valor p)
Peso (Kg)	0,000*	0,000*	0,000*
IMC (kg/m ²)	0,000*	0,000*	0,000*
Potencia (W) HC derecho	0,014*	0,563	0,104
Potencia (W) HC izquierdo	0,037*	0,610	1,000
Potencia (W) TO derecho	0,004*	1,000	0,003*
Potencia (W) TO izquierdo	0,018*	0,000*	0,000*
Duración (s) Pisada izquierdo	0,360	0,001*	0,995
Trabajo (J) TO izquierda	0,017*	0,253	0,015*

Valores de significancia $< 0,05^*$. Unidades de medidas de variables: metros (m), kilogramos (kg), watts (W), segundos (s), joules (J). Potencia HC = potencia en fase de apoyo en sub fase de aceptación del peso, apoyo medio. Potencia TO = potencia en fase de apoyo en sub fase de despegue. Trabajo TO = fase de apoyo en sub fase de despegue.

TABLA 3. VALORES PROMEDIOS Y DESVÍO ESTÁNDAR (DE) DE ANTROPOMETRÍA, VELOCIDAD MEDIA (VEL. MED.), ÁREA DE CENTRO DE PRESIÓN Y ENERGÍA EN CONDICIONES DE SEGUIMIENTO (S), VISTA AL FRENTE (VF), OJOS CERRADOS (OC) Y ROMBERG, DURANTE LOS TRIMESTRES 1, 2 Y 3 DEL EMBARAZO.

Variables	Valores promedio Primer trimestre		Valores promedio Segundo trimestre		Valores promedio Tercer trimestre		Friedman (Valor p)
Vel. Med. (m/s) S.	0,23596	±0,02	0,2404	±0,02	0,24448	±0,02	0,003*
Área COP (m ²) S.	0,01492	± 0,01	0,00896	±0,01	0,00888	±0,00	0,206
E (J) S.	0,01784	±0,02	0,02212	±0,02	0,02484	±0,01	0,005*
Vel. Med (m/s) VF.	0,22932	±0,01	0,22852	±0,01	0,2332	±0,01	0,012*
Área COP (m ²) VF.	0,00708	±0,00	0,00592	±0,00	0,00912	±0,00	0,031*
E (J) VF..	0,0122	±0,01	0,01152	±0,01	0,01512	±0,01	0,006*
Vel. Med (m/s) OC	0,23776	±0,02	0,2324	±0,01	0,2301	±0,04	0,14
Área COP (m ²) OC	0,00668	±0,00	0,00716	±0,00	0,00844	±0,00	0,956
E (J) OC	0,01904	±0,01	0,014	±0,01	0,01944	±0,01	0,040*
Romberg (%) I	115,92	±67,12	145	±80,61	109,64	±57,97	0,368

Valores de significancia $< 0,05^*$. Unidades de medidas de variables: metros (m), kilogramos (kg), segundos (s), joules (J). S = seguimiento. VF = vista al frente. OC = ojos cerrados.



en condiciones de seguimiento, vista al frente, ojos cerrados y Romberg, durante los tres trimestres del embarazo. Y en la tabla 4, los valores de comparación por trimestres de las variables de balance postural, que presentaron diferencias significativas.

DISCUSIÓN

Las diferencias significativas encontradas entre los diferentes trimestres de embarazo en las variables en la condición de peso e IMC siguieron la tendencia ascendente durante el período de gestación. En este sentido, las descripciones de alteraciones de marcha como consecuencia de estas variaciones fueron similares a las observadas en otra investigación respecto al estado nutricional⁽²³⁾.

Por otro lado, Foti y col.⁽³⁾ mencionan variaciones en la cinemática de marcha en las mujeres embarazadas, con relación a la longitud de la zancada, velocidad de desplazamiento y cambios en los ángulos de desplazamiento articular. Estos aspectos cinemáticos podrían explicar las alteraciones de marcha y las diferencias significativas encontradas en esta investigación, pensando en la influencia mecánica que tiene sobre la cinética.

Otro elemento a considerar a la hora de explicar estas diferencias cinéticas durante el período de embarazo podría estar asociado a los cambios posturales señalados por Wu y col.⁽²⁴⁾, centrados en la proyección del centro de masa hacia adelante, aumento de la lordosis lumbar y oscilaciones laterales de las caderas; esto po-

dría aumentar la fuerza de impacto en la fase de apoyo, tanto en las sub fases de aceptación del peso, apoyo medio y empuje. Además, los mismos autores han identificado alteraciones en el balance postural en estudios de corte transversal. Esto puede explicar la tendencia al aumento de la velocidad en la duración de la pisada encontrada en el grupo de estudio, ya que al existir una pérdida del equilibrio, los tiempos de apoyo son menores, a fin de recuperar un nuevo apoyo, evitando una mayor permanencia en la fase de balanceo.

El incremento de la fuerza de reacción al piso, tanto en la lectura de trabajo y potencia durante la sub fase de empuje, podría ser resultado del peso a desplazar, el cual se incrementaría en el transcurso del embarazo, como lo señalan algunos investigadores^(5,23).

Las diferencias identificadas en las velocidades medias, que se ven incrementadas en forma significativa en condiciones de seguimiento y vista al frente, podría evidenciar una baja en la eficiencia del sistema visual y vestibular como parámetros que contribuyen de forma crucial en el balance específicamente del utrículo, sáculo y canales semicirculares, lo que además se representa en bandas de energía de la señal 1/16, 1/8 y 1/2 Hz (14,24). Por otro lado, la disminución de velocidad media en condiciones de ojos cerrados sería atribuible a una mayor participación del sistema somato sensorial en el control de la velocidad, a través de información propioceptiva del movimiento articular y posición articular⁽¹³⁾. Las diferencias encontradas por aumento en el área de desplazamiento del COP en condiciones de seguimiento, vista al frente y ojos cerrados, evidencian la disminución de eficiencia del control postural, tanto en el sistema visual y vestibular como en el sistema somato sensorial, como manifiestan las investigaciones con otro tipo de poblaciones⁽¹⁶⁾. Esta disminución de la eficiencia parece ser menor en el sistema somato sensorial, al no encontrar aumentos significativos del área de COP en condiciones de ojos cerrados y menor variación en las bandas 2 y 4 Hz^(25,26). Este comportamiento es similar al de la variable de energía, a pesar de la disminución encontrada entre el primer y segundo semestre de embarazo en condiciones de vista al frente y ojos cerrados, lo que podría estar determinado por al aumento del peso total al finalizar el embarazo^(27,28).

TABLA 4. VALORES DE COMPARACIÓN POR TRIMESTRES DE VARIABLES DE BALANCE POSTURAL QUE PRESENTARON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS.

Variables	Trimestre 1 y 2 Wilcoxon (Valor p)	Trimestre 2 y 3 Wilcoxon (Valor p)	Trimestre 1 y 3 Wilcoxon (Valor p)
Vel. Med. (m/s) S.	0,025*	0,271	0,002*
E (J) S.	0,067	0,280	0,003*
Vel. Med. (m/s) VF.	0,566	0,017*	0,083
Área COP (m ²) VF.	0,163	0,021*	0,120
E (J) VF.	0,513	0,032*	0,037*
E (J) OC	0,045*	0,004*	0,215

Velocidad media = Vel. Med. Unidades de medidas de variables: metros (m), segundos (s), joules (J). E = energía. S = seguimiento. Área COP = área de desplazamiento del centro de presión. VF = vista al frente. OC = ojos cerrados.



En función de los objetivos de investigación, se concluye que existieron diferencias significativas durante el primer, segundo y tercer trimestre de embarazo en las variables de cinética de marcha, específicamente en las sub fases de aceptación del peso, apoyo medio y empuje, respecto a las fuerzas de reacción al piso; además, las variables antropométricas de peso e IMC también presentaron diferencias significativas.

Las diferencias significativas encontradas en las variables balance postural permiten la aprobación de la variación de algunos indicadores de balance postural en la mujer, las cuales se manifestarían con mayor fuerza durante el segundo y tercer trimestres del embarazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Artal R, editor. *Obesidad en la mujer. Obstetricia y ginecología de Norteamérica*. 1 ed. Barcelona, España: Paidotribo; 2010.
2. Weir Z, Bush J, Robson SC, McParlin C, Rankin J, Bell R. Physical activity in pregnancy: a qualitative study of the beliefs of overweight and obese pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2010;10:18.
3. Foti T, Davids JR, Bagley A. A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(5):625-32.
4. Gigante DP, Rasmussen KM, Victora CG. Pregnancy increases BMI in adolescents of a population-based birth cohort. *J Nutr*. 2005;135(1):74-80.
5. Rasmussen T, Stene LC, Samuelson SO, Cinek O, Wetlesen T, Torjesen PA, et al. Maternal BMI before pregnancy, maternal weight gain during pregnancy, and risk of persistent positivity for multiple diabetes-associated autoantibodies in children with the high-risk HLA genotype: the MIDIA study. *Diabetes Care*. 2009;32(10):1904-6.
6. Wang T, Zhang J, Lu X, Xi W, Li Z. Maternal early pregnancy body mass index and risk of preterm birth. *Arch Gynecol Obstet*. 2011;284(4):813-9.
7. Wataba K, Mizutani T, Wasada K, Morine M, Sugiyama T, Suehara N. Impact of prepregnant body mass index and maternal weight gain on the risk of pregnancy complications in Japanese women. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2006;85(3):269-76.
8. Dufour M, editor. *Biomecánica Funcional*. Barcelona, España: Masson; 2006.
9. Schwarcz R, editor. *Obstetricia*. 1 ed. Buenos Aires, Argentina: Paidotribo; 2005.
10. Miralles R, editor. *Biomecánica Clínica del Aparato Locomotor*. Barcelona España: Elsevier; 2006.
11. Sánchez J, editor. *Biomecánica de la Marcha Humana Normal y Patológica*. 2 ed. Barcelona, España: Instituto de Biomecánica de Valencia; 1999.
12. Sanchez-Ramirez DC, van der Leeden M, Knol DL, van der Esch M, Roorda LD, Verschueren S, et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med*. 2013;45(2):192-7.
13. Sekiya N, Yamazaki H. Biomechanics and motor control of normal young adults performing a wheelchair wheelie balance task. *Percept Mot Skills*. 2010;110(3 Pt 1):825-39.
14. Shumway-Cook A, editor. *Control Motor. Teoría y Aplicaciones*. 1 ed. Baltimore, USA: Williams y Wilkins; 1995.
15. Le Veau B, editor. *Biomecánica del Movimiento Humano*. México DF, México: Trillas; 1991.
16. Williams T. Perceptual-motor contributions to static and dynamic balance control in children. *Pediatr Phys Ther*. 2003;15(2):135-7.
17. Connors KA, Galea MP, Said CM, Remedios LJ. Feldenkrais Method balance classes are based on principles of motor learning and postural control retraining: a qualitative research study. *Physiotherapy*. 2010;96(4):324-36.
18. Gatica Rojas V, Elgueta Cancino E, Vidal Silva C, Cantin López M, Fuentealba Arcos J. Impacto del entrenamiento del balance a través de realidad virtual en una población de adultos mayores. *Intern J Morphol*. 2010;28:303-8.
19. Peterka R. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 2002;88(3):1097-118.
20. Artificio. *Guía Usuario Analizador de Marcha y Salto*. 2013. Disponible en: <http://www.artificio.com/manuales/GuiaUsuarioAnalizadorMarcha.pdf>.
21. *Guía Usuario Análisis Posturográfico*. Disponible en: http://www.artificio.com/manuales/GuiaUsuarioAnálisisPosturografico_v1.pdf.
22. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. *Las normas internacionales para la evaluación antropométrica*. 2011.



23. Reynolds RM, Osmond C, Phillips DI, Godfrey KM. Maternal BMI, parity, and pregnancy weight gain: influences on offspring adiposity in young adulthood. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(12):5365-9.
24. Wu WH, Meijer OG, Bruijn SM, Hu H, van Dieen JH, Lamothe CJ, et al. Gait in pregnancy-related pelvic girdle pain: amplitudes, timing, and coordination of horizontal trunk rotations. *Eur Spine J.* 2008;17(9):1160-9.
25. Tomas-Carus P, Gusi N, Hakkinen A, Hakkinen K, Raimundo A, Ortega-Alonso A. Improvements of muscle strength predicted benefits in HRQOL and postural balance in women with fibromyalgia: an 8-month randomized controlled trial. *Rheumatol (Oxford).* 2009;48(9):1147-51.
26. Perennou D, Benaim C, Rouget E, Rousseaux M, Blard JM, Pellissier J. [Postural balance following stroke: towards a disadvantage of the right brain-damaged hemisphere]. *Rev Neurol (Paris).* 1999;155(4):281-90.
27. Hale L, Miller R, Barach A, Skinner M, Gray A. Motor Control Test responses to balance perturbations in adults with an intellectual disability. *J Intellect Dev Disabil.* 2009;34(1):81-6.
28. Guillou E, Dupui P, Golomer E. Dynamic balance sensory motor control and symmetrical or asymmetrical equilibrium training. *Clin Neurophysiol.* 2007;118(2):317-24.