

**INSTITUTO UNIVERSITARIO ASOCIACIÓN CRISTIANA DE JOVENES
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTE**

**ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL GESTO DE LEVANTARSE DE
LA SILLA EN EMBARAZADAS PRIMIGESTAS**

Trabajo Final de Grado presentado al Instituto
Universitario Asociación Cristiana de Jóvenes,
como parte de los requisitos para la obtención
del Diploma de Graduación en la Licenciatura
en Educación Física, Recreación y Deportes.

Tutor: Gustavo Bermúdez

FLORENCIA DE MAIO
JONATHAN SCARTTARELLI

**MONTEVIDEO
2015**

INDICE

- 1- RESUMEN 4
- 2- INTRODUCCION 5
- 3- OBJETIVOS 8
- 4- METODOLOGIA 8
- 5- ANALISIS DE RESULTADOS10
- 6- CONCLUSION15
- 7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS16
- 8- ANEXO18

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Resumen de las variables para embarazadas y grupo control. Fuente: Elaboración propia (2015).....	10
Ilustración 2 - Gráfica de ángulos para embarazadas y grupo control. Fuente: Elaboración propia (2015).....	11
Ilustración 3 - Gráfica de velocidad vertical y horizontal para embarazadas y grupo control. Fuente: Elaboración propia (2015)	12
Ilustración 4 - Gráfica de velocidad de ciclo de marcha para embarazadas y grupo control. Fuente: Elaboración propia (2015)	13

1- RESUMEN

El porcentaje de caídas en embarazadas es de un 27% y de todas las caídas a nivel mundial el 80%, según la OMS se da en países de mediano y bajos ingresos. La transferencia de sedente a bipedestación es un gesto que durante todo el embarazo se realiza por ser una de las tareas motoras más frecuentes de la vida cotidiana. El propósito de este estudio fue analizar diferencias cinemáticas en el gesto de sedestación a marcha entre mujeres embarazadas y no. El tipo de investigación fue transversal analítico de casos y control con una muestra seleccionada por conveniencia y no representativa, seleccionándose 10 embarazadas en el último trimestre primigestas y embarazo simple y un grupo control de 10 mujeres no embarazadas con normopeso estableciendo como condicionantes de homogeneidad por la altura y edad definido por las embarazadas en cuestión. Se analizó mediante imágenes de video el gesto de levantarse de una silla. Se evaluó ángulos de: cadera, rodilla y tobillo; también velocidades: vertical y horizontal de la cadera y del ciclo de marcha. Presentaron diferencias significativas en el ángulo de cadera (embarazadas: $93,40 \pm 13,37$ y control: $80,50 \pm 12,61$ grados. $p=0,039$) y velocidad horizontal (embarazadas: $0,47 \pm 0,14$ y control: $0,64 \pm 0,22$ m/s. $p= 0,0499$) durante la transferencia; y la velocidad de marcha durante el desplazamiento (embarazadas: $0,93 \pm 0,17$ y control: $1,23 \pm 0,19$ m/s. $p=0,001$). En Conclusión las variables significativas presentadas en los resultados podrían ser abordables desde un plan de entrenamiento desde la educación física para optimizar el gesto evaluado.

Palabras clave: Embarazo. Caída. Cinemática. Prevención. Marcha.

2- INTRODUCCION

Se toma como punto de partida y pertinencia en el área de conocimiento, las diferencias en la eficiencia del control motor entre embarazadas y no embarazadas al levantarse de la silla. Si esta diferencia es real, es posible el entrenamiento de esta capacidad, el mismo podría considerarse un factor de protección y prevención del tema estudiado.

El embarazo es el estado de una mujer que abarca desde la fecundación hasta el parto; en concreto es el período de tiempo del desarrollo del feto en el vientre materno hasta su nacimiento. Si el feto es "viable" estamos en una condición de parto, si el feto no es "viable" estamos frente a un aborto. Para Melloni (1983) el embarazo es el período de tiempo que se comprende entre la concepción y nacimiento del individuo, siendo la duración promedio de 280 días o de nueve meses "naturales". Siguiendo en esta línea cabe destacar que los trimestres en el embarazo están definidos por las semanas transcurridas: hasta las 12 semanas es el primer trimestre, de la semana 13 a la 28 corresponden al segundo trimestre y de las 29 hasta las 40 el tercer trimestre.

Esta investigación se centrará entre las 30 y 40 semanas para reducir el margen de variabilidad en los factores a estudiar. Es en el segundo y tercer trimestre del embarazo que se encuentran los grandes cambios tanto en el feto, como en la madre en términos generales. Según Branco et al. (2013), es aquí donde se da un rápido crecimiento en el tamaño y peso del feto (50% de incremento) y como citan Sunaga, Anan y Shinkoda (2013) en su artículo, es donde se da el mayor crecimiento del útero, entre otros cambios, lo que genera que el centro de masa (CM) varíe su tendencia hacia delante y abajo. En cuanto a los cambios cinemáticos estudiados en el artículo de Branco et al. (2013) entre el segundo y tercer trimestre no se encuentran grandes cambios en la madre.

Según la OMS (2012) las caídas son acontecimientos involuntarios donde se pierde el equilibrio y el cuerpo colisiona con una superficie firme que lo detiene. Las lesiones que se relacionan con caídas pueden llegar a ser mortales, pero la mayoría no lo son. Define que las caídas son la segunda causa mundial de muerte con un número anual de 424000 caídas mortales clasificadas como "lesiones no intencionales". La OMS (2012) establece que del total de las caídas que se dan a nivel mundial, el 80% de las que suceden en países de mediano y bajos ingresos tienen consecuencias mortales.

Por otra parte en embarazadas según Dunning et al. (2003) el porcentaje de caídas alcanza un 27%, dentro del cual encontraron, en posteriores investigaciones Dunning; LeMasters; Bhattacharya (2010) por una parte, que el 56% se da en el interior de sus

hogares, y por otro lado el 35% experimenta dos o más caídas durante el período de gestación y con un alto nivel de mortandad o importantes lesiones tanto en las gestantes como en el bebé. De ese 35% aproximado, el 64,7% corresponde a embarazadas con una sola caída, 22,6% a dos caídas y 12,7% a tres o más. Connolly et al. (1997) plantea en un estudio de casos realizado, que de la muestra de 476 embarazadas, 21,8% tuvieron traumas relacionados a caídas y de ellas solamente dos embarazadas tuvieron fallecimiento prenatal, precedido en porcentajes, por la causa de accidente vehicular refiriéndose a la clasificación de lesiones no intencionales.

El porcentaje del índice de caídas es similar al porcentaje de caídas en adultos mayores con los que se observan iguales valores y complejidades, es por esa razón que se toma como referencia lo dicho por Guzmán et al. (2010) referente a esta población que establece que un 64,8% de las caídas se dan durante la marcha y un 35,2% en la transferencia de sedente a bípedo. A su vez Sunaga, Anan y Shinkoda (2013) hacen mención al incremento del riesgo de caer en la transición de la silla al caminar.

Según el artículo de McCrory et al. (2011), es en el segundo trimestre donde se da la mayor cantidad de caídas, ya que en el tercero si bien los cambios fisiológicos son mayores, la cantidad de movimientos de riesgo disminuyen, la presente investigación por su parte toma el tercer trimestre como referencia por ser en el momento que mayores diferencias anatómicas se registrarán con el grupo control. La transferencia de sedente a bípedo es un gesto que durante todo el embarazo se realiza, generalmente seguido por la marcha, siendo una de las tareas motoras más frecuentes de la vida cotidiana según Guzmán et al. (2010). El incremento de peso como el levantamiento del CM que la transferencia implica y el desplazamiento del mismo aumenta el nivel de dificultad de movimiento.

La marcha es la capacidad básica de caminar en los individuos, donde se relacionan factores como lo son la distancia, el tiempo, fases de balanceo y sostén, los que generan las características de este gesto motor. En la “velocidad de marcha” se relacionan estos componentes con el término velocidad, definiéndose como el ritmo de un individuo al andar “identificando” el tiempo necesario para cubrir una distancia determinada. Según el Sistema Internacional de pesas y medidas, la velocidad de marcha se expresa en metros por segundo. En cuanto a la velocidad de ciclo de marcha durante el desplazamiento Guzmán et al. (2013) establece que, en cuanto la velocidad es menor, el riesgo de caída aumenta. Según el estudio de Branco et al. (2013) en el ciclo de pasos del tercer trimestre se duplica el tiempo de apoyo para lograr mejor estabilidad y compensar el cambio del centro de masa.

Dunning, LeMasters, Bhattacharya (2010), sugiere una intervención urgente en lo que respecta a prevención primaria de estos sucesos, prevención que encierra el retraso o eliminación de concreción de factores de riesgo previo a que se produzca la caída. Estas caídas pueden darse por la influencia de diversos factores cinemáticos durante cambios de posición, desplazamientos o simplemente realización de gestos cotidianos como el desarrollado durante el test "Up and Go". Este movimiento es considerado para las embarazadas de alto riesgo y depende, además de los factores cinemáticos, de variables como tamaño de útero, IMC, talla y peso de la persona en cuestión. Estos últimos tres serán factores de homogeneidad de la muestra.

Para establecer futuros lineamientos metodológicos se recurre al artículo del Ministerio de Salud de la Nación (2012) que menciona la correlación entre el IMC y las embarazadas según su tiempo gestacional, además de establecer la importancia de la alimentación y nutrición de las mujeres en este lapso, así como las normas y recomendaciones para establecer el IMC. De igual manera plantea una forma más accesible de hallar el índice calculando el peso en Kg, dividido la talla al cuadrado en metros y ubicando este resultado en una tabla de referencia que allí presenta.

Es a partir de las variables mencionadas que nace la hipótesis de esta investigación, se cree que hay una ineficiencia mecánica en embarazadas en el tercer trimestre al levantarse de una silla y en el ciclo de marcha.

Desde la Educación Física, vemos inminente la posibilidad de entrenar las capacidades que producen las caídas en las embarazadas como prevención primaria, las que son originadas por un déficit de la condición física como respuesta a los cambios biomecánicos y morfológicos. Se considera posible mantener un entrenamiento paralelo a clases de parto, lo cual pueda ayudar a prevenir y disminuir las caídas. El entrenamiento en líneas generales debe acompañar en el mayor lapso de tiempo posible todo el proceso gestacional, de manera de lograr en los dos primeros trimestres un desarrollo acorde que surja efecto positivo al tercer trimestre; y dentro del último mantener el entrenamiento de manera efectiva y saludable para afrontar este trimestre el cual posee el mayor tamaño de útero y de más riesgo de padecer caídas.

Reafirmando esta teoría McCrory et al. (2010) en otra de sus investigaciones dentro de la misma línea que la presente, concluye que los valores cinemáticos de embarazadas que realizan un plan de ejercicio son similares a los valores del grupo control, así como también establece que las gestantes que no realizan ejercicios tuvieron en su mayoría al

menos una caída y en contrapartida la mayoría de las embarazadas activas físicamente no sufrieron ninguna.

3- OBJETIVOS

- General:
 - Analizar diferencias cinemáticas en el gesto de sedestación a marcha entre mujeres embarazadas y no.
- Específicos:
 - Describir ángulos de movimiento del gesto levantarse de una silla.
 - Describir velocidad vertical y horizontal del gesto levantarse de una silla.
 - Describir análisis de velocidad de marcha.
 - Observar si los valores varían entre grupo control y embarazadas.

4- METODOLOGIA

Tipo de investigación: transversal analítica.

Muestra: por conveniencia por el desconocimiento del tamaño y ubicación de la población.

- Criterios de inclusión: entre 30 y 40 semanas de gestación, embarazo simple y primero.
- Criterios de exclusión: deficiencias motoras.

Aplicado a 10 Embarazadas en el último trimestre primigestas y embarazo simple (preferentemente entre las 30 y 40 semanas) y grupo control.

Grupo control: 10 mujeres no embarazadas con normopeso. Condicionantes: homogénea por altura y edad definido por las embarazadas en cuestión.

El Test aplicado para la recolección de datos será UP AND GO con la modificación de 4mts marcha. El análisis de las imágenes capturadas es a través del programa Kinovea versión 8,15.

La cámara que se usa es la Panasonic Lumix DMC-ZS10 HD 30fps, configurada con una resolución RGB (640X480) para evitar inconvenientes con el software.

Las variables medidas son velocidad de ciclo de marcha, ángulos articulares, velocidad al levantarse (velocidad horizontal y vertical) mediante los marcadores:

- Tobillo: maléolo lateral o externo
- Rodilla: cóndilo lateral de rodilla
- Cadera: trocánter mayor de fémur
- Hombro: punto de proyección de centro de rotación del hombro
- Pie: 5to metatarsiano

5- ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de datos fue realizado a través de prueba t de student para muestras independientes, con previo estudio de normalidad de las distribuciones.

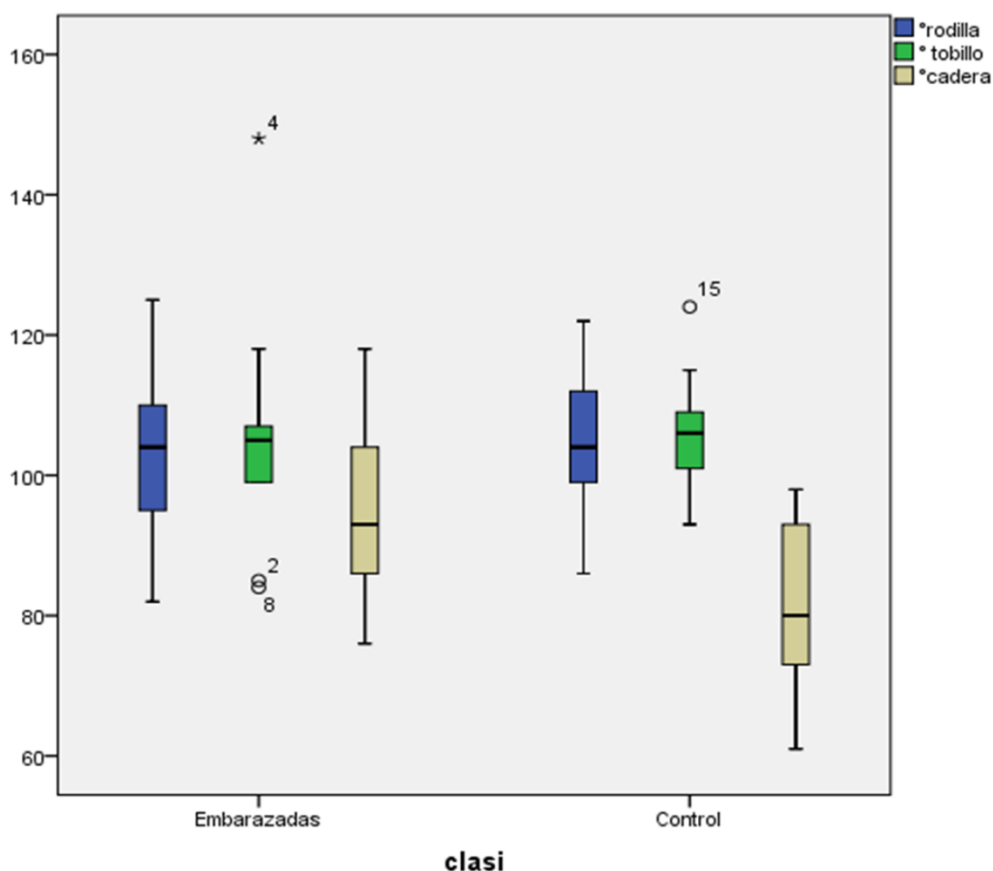
Ilustración 1 - Resumen de las variables para em y GC Fuente: Elaboración propia (2015)

Clasificación		Media	Desviación estándar
Altura (cm)	Em	161,30	7,76
	GC	163,10	3,87
IMC	Em	16,65	14,65
	GC	22,19	1,97
Edad	Em	32,00	4,90
	GC	29,90	2,28
ángulo rodilla (°)	Em	102,80	14,65
	GC	104,60	11,15
ángulo tobillo (°)	Em	103,10	19,90
	GC	106,50	8,80
ángulo cadera+ (°)	Em	93,40	13,37
	GC	80,50	12,61
vel mar+ (m/s)	Em	,93	0,17
	GC	1,23	0,19
vel ver (m/s)	Em	,56	0,12
	GC	,69	0,19
vel h+ (m/s)	Em	,47	0,14
	GC	,64	0,22
+ diferencias significativas p<0,05			

Se observa diferencia significativa en las variables: ángulo de cadera, velocidad de marcha y velocidad horizontal. Ésta última por un margen muy pequeño ($p=0.0499$), por lo cual se considera que si la población fuera más grande este valor puede aumentar su diferencia o por el contrario no ser significativo.

Dentro de las variables morfológicas (altura, peso, IMC y edad), el peso mostró significancia ($p=0.016$); el peso al igual que el IMC son variables que se deben categorizar diferentes porque las poblaciones muestran cambios morfológicos importantes. Por ende el peso e IMC sólo fueron usados para corroborar que los individuos seleccionados se encuentren en los mismos rangos.

Ilustración 2 - Gráfica de ángulos para em y GC. Fuente: Elaboración propia (2015)

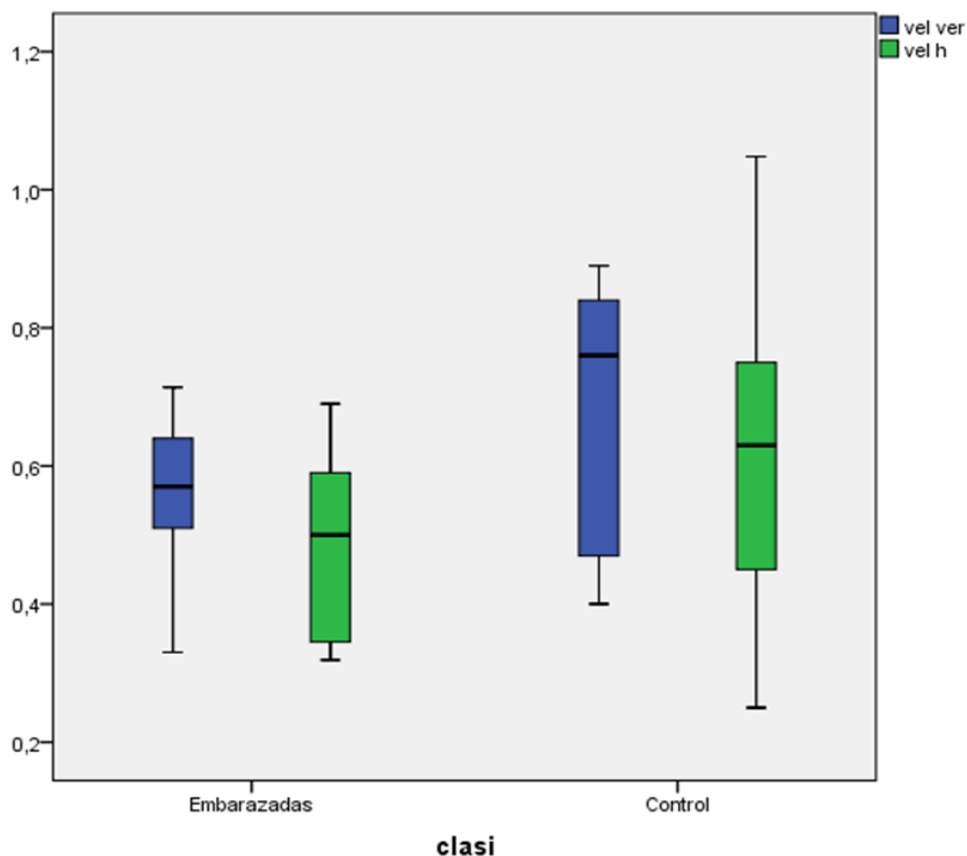


Nota: los números ubicados fuera de los rangos corresponden a individuos que mostraron valores por fuera de la media y desvío, no valores numéricos.

El valor de ángulo de cadera presenta significancia ($p=0,039$) y los valores de los ángulos de rodilla y tobillo no son significativos, al igual que se plantea en el artículo de referencia de Sunaga, Anan y Shinkoda (2013). Cabe mencionar que en el artículo escrito por los autores citados, se maneja una medición de ángulos diferentes a la utilizada en la presente investigación. Por este motivo es que los valores no son de referencia, sin establecer similitudes o diferencias directas. Ver ilustración 2.

Comparado con el estudio de Guzmán et al. (2010), estos mencionan que su población utiliza una estrategia llamada “flexión anterior de tronco”. Dicha estrategia consiste en flexionar el ángulo de cadera para poder acercar el centro de masa a la base de sustentación y evitar caídas. En el presente estudio se encontró que las embarazadas no poseen un ángulo menor de cadera que el grupo control; por ende no cuentan con esta estrategia para lograr facilitar la transferencia a la posición bípeda evitando más las caídas. Que la embarazada genere menor ángulo de cadera responde al hecho de que en su tercer trimestre posee un útero prominente.

Ilustración 3 - Gráfica de velocidad vertical y horizontal para em y GC. Fuente: Elaboración propia (2015)



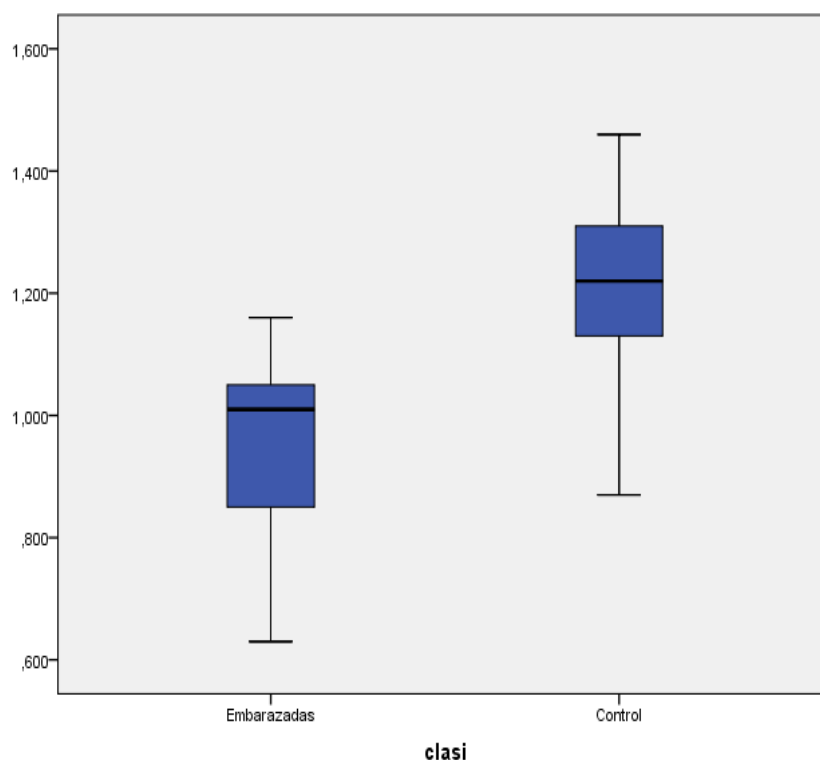
Dentro de la variable de velocidad (velocidad horizontal, velocidad vertical) todos los valores son mayores en el grupo control que las embarazadas. Aun así la velocidad horizontal presenta un $p=0,0499$, significancia por margen muy pequeño. Igualmente son necesarios más estudios con muestras mayores para confirmar esos resultados.

Dicha velocidad es importante a la hora de transferir la velocidad de un plano al otro y poder ejecutar la marcha. La VV (Velocidad vertical) no presentó diferencias significativas en los valores, pero comparado con el estudio de Guzmán et al. (2010) se encuentra que es fundamental debido a que la deficiencia en generar esta velocidad es asociada a una mayor cantidad de caídas. En la presente investigación, la VV del grupo control tiene una media de 0,67333 m/s, y las embarazadas poseen una media de 0,54711 m/s. Es apreciable una diferencia de 18.75% menos de VV en las embarazadas, lo cual también podríamos vincularlo como un factor responsable de caídas dado que la muestra analizada no presentó caídas.

Si bien se encuentran valores mayores de ángulo de cadera respecto al grupo de control, esto les requiere mayor velocidad de levante para no desequilibrarse; pero los

resultados dan que la velocidad horizontal durante el gesto de levantarse es menor y por eso, en la transferencia de sentado a marcha, se dan grandes posibilidades de caída. Debido a que su centro de masa está dirigido hacia adelante y abajo produce que la embarazada al levantarse deba realizar mayor fuerza para contrarrestar el trabajo de la fuerza de gravedad que genera esta nueva posición del CM y a esto se debe el menor valor del componente horizontal de la velocidad.

Ilustración 4 - Gráfica de velocidad de ciclo de marcha para em y GC. Fuente: Elaboración propia (2015)



Según Guzmán et al. (2013) la velocidad de marcha lenta se asocia a un mayor riesgo de caídas en su estudio relacionado a adultos mayores.

En comparación con un artículo de Butler et al. (2006), el cual trata la marcha y el control postural durante y después del embarazo, se observa concordancia en aspectos mencionados en la introducción, acerca de la recomendación de crear un plan de entrenamiento para desarrollar habilidades específicas al embarazo, a modo de disminuir las caídas en el período de gestación. En dicha investigación, se llega a resultado que la marcha se mantiene “relativamente estable” durante el período gestacional, mientras que la estabilidad (equilibrio) postural disminuye a medida que aumentan las semanas de gestación y permanece disminuido por un lapso de 6 a 8 semanas postparto. Los valores de equilibrio de los autores no muestran diferencias en el primer trimestre, pero sí en el

segundo y tercero en comparación con el grupo control. Otro detalle importante que se menciona es que el 25% de las embarazadas sufrió caídas, mientras que ninguno de los controles sufrió caídas en el último año. Otra pauta que da valor a la mención de desarrollar un programa de entrenamiento específico para embarazadas.

Por otra parte Yoo, Shin y Song (2014) presentan resultados de menor valor de velocidad de marcha en embarazadas que no gestantes, y explican que, según varios estudios, posiblemente la disminución de velocidad de marcha se debe a un dolor unilateral pélvico, la combinación del cuidado en el movimiento para evitar caídas o bien por no tener claro la proyección y visualización del apoyo del siguiente paso por no ver debajo de su útero. En dicho artículo al igual que en otros consultados se establece la ambigüedad de resultados referentes a la velocidad de marcha en embarazadas respecto al grupo control o entre trimestres.

6- CONCLUSION

En base a la aplicación de la investigación se concluye que hay ineficiencia mecánica de las embarazadas al levantarse de una silla y marchar, producida en por las variables cinemáticas: velocidad horizontal (sin descuidar la velocidad vertical) y ángulo de cadera en la transferencia de sedente a bípedo y velocidad de marcha en el desplazamiento.

En cuanto a la línea sesgos y errores se encuentran los errores humanos, se considera que el mayor sesgo se puede producir al presentar la intención del estudio a los individuos que son filmados; esto significa que el individuo hace una idea de qué se investiga y puede variar su patrón común con tal de generar un nivel que considere apto para la filmación y no real. Por ende lo mejor sería limitar al máximo las explicaciones para alcanzar el mayor grado de naturalidad, pero debido a que la cámara está presente al igual que los marcadores es prácticamente utópico esperar que el individuo haga un gesto con gran naturalidad. Las explicaciones fueron manejadas como una consideración importante a tener en cuenta sin desvalorizar nuestra recolección de datos.

Por último, un factor que no se consideró en esta investigación es el psicológico y su influencia en la predisposición a tener caídas.

Siendo las variables factores abordables desde la educación física se deja planteada la posibilidad que a partir del presente estudio, se pueda focalizar una investigación específica sobre el entrenamiento de las capacidades de equilibrio y velocidad para embarazadas con la finalidad de disminuir el número de caídas, ya que en este trabajo se plantea una metodología capaz de determinar esas diferencias.

7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANCO, Marco; SANTOS ROCHA, Rita; AGUIAR, Liliana; VIEIRA, Filomena; VELOSO, Antonio. Kinematic Analysis of Gait in the Second and Third Trimesters of Pregnancy. **Journal of Pregnancy**. 2013

BUTLER, E.E.; COLÓN, I.; DRUZIN, M.; ROSE, J. An investigation of gait and postural balance during pregnancy. **Gait Posture**. (Suppl. 2), 2006. p 128-129.

CONNOLLY, AnnaMarie; KATZ, Vern; BASH, Karen; McMAHON, Michael; HANSEN, Wendy. Trauma and Pregnancy. **American Journal of Perinatology**. 1997. p. 331-336.

DOX MELLONI, Eisner. **Diccionario ilustrado de Melloni**. Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Caracas, México, Río de Janeiro: Editorial Reverté S.A., 1983.

DUNNING, Kari; LeMASTERS, Grace; LEVIN, Linda; BHATTACHARYA, Amit; ALTERMAN, Tony; LORDO, Kathy. Falls in Workers During Pregnancy: Risk Factors, Job Hazards, and High Risk Occupations. **American Journal of Industrial Medicine**. 2003. p. 664-672

DUNNING, Kari; LeMASTERS, Grace; BHATTACHARYA, Amit. A Major Public Health Issue: The High Incidence of Falls during Pregnancy. **Maternal and Child Health Journal**. 2010. p. 720-725

GUZMÁN, Rodrigo Antonio; MELIÁN, Helvio Porcel; Cordier, BENOIT; SILVESTRE, Rony Adul. Diferencias biomecánicas durante la transferencia de sedente a bípedo entre adultos mayores con y sin historia de caídas frecuentes. **Revista Española de Geriatría y Gerontología**. 2010

McCRORY, J.L.; CHAMBERS, A.J.; DAFTARY, A; REDFERN, M.S. Ground reaction forces during gait in pregnant fallers and non-fallers. **Gait Posture**. USA. 2011.

McCRORY, J.; CHAMBERS, A.; DAFTARY, A.; REDFERN, M. Dynamic postural stability in pregnant fallers and non-fallers. **BJOG**. 2010. p. 954-962.

Ministerio de Salud de la Nación. **Nutrición y Embarazo. Recomendaciones en Nutrición para los equipos de salud – Dirección Nacional de Maternidad e Infancia.** Buenos Aires, Ministerio de Salud, 2012.

MONTERO ODASSO, Manuel. **Trastornos de la marcha como predictores precoces de discapacidad y fragilidad.** España: Ediciones Universidad de Salamanca, 2009.

SILVA, Hernán Silva. **Medicina legal y psiquiatra forense:** Medicina Legal Tomo I. Chile: Editorial Jurídica de Chile, 1991.

SUNAGA, Yasuyo; ANAN Masaya; SHINKODA, Koichi. Biomechanics of rising from a chair and walking in pregnant women. **Applied Ergonomics.** 2013

YOO, Hyunju; SHIN, Doochul; SONG, Changho. Changes in the spinal curvature, degree of pain, balance ability, and gait ability according to pregnancy period in pregnant and nonpregnant women. **Journal of Physical Therapy Science.** 2015. p. 279-284

<<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>> - Acceso el 20-noviembre-2015

8- ANEXOS

Anexo A:

Análisis por medio de Kinovea 8.15

*Imágenes de análisis de ángulos en transferencia de sedente a bípedo en embarazada:
individuo "8"



Anexo B:

Análisis por medio de Kinovea 8.15

*Imágenes de análisis de ángulos en transferencia de sedente a bípedo en grupo control: individuo "12"



Anexo C:

Análisis por medio de Kinovea 8.15

*Imágenes de análisis de ciclo de marcha en embarazada: individuo "8"



Anexo D:

Análisis por medio de Kinovea 8.15

*Imágenes de análisis de ciclo de marcha en grupo control: individuo "12"

