

Impacto de la sedestación prolongada sobre la marcha en personal administrativo de la Universidad Politécnica de Chiapas durante el año 2022

Gerardo Velázquez Hernández
Escuela Nacional Mexicana de Medicina Osteopática

*Contacto: enmmochiapas@outlook.es

Resumen: La investigación abordó la influencia de la sedestación prolongada en el sistema musculoesquelético, centrándose en la marcha y las posibles disfunciones pélvicas asociadas. La marcha humana, un proceso complejo, se ve afectada por posturas sostenidas, como la sedestación prolongada, que puede causar alteraciones biomecánicas y consecuencias mecánicas descendentes. El estudio identifica la importancia de un análisis preciso de la marcha para prevenir trastornos musculoesqueléticos. El objetivo general consistió en demostrar los efectos del tratamiento osteopático sobre la marcha en el personal administrativo expuesto a sedestación prolongada. Se plantearon preguntas de investigación sobre disfunciones pélvicas, técnicas osteopáticas, relación clínica con la marcha y cambios antes y después del tratamiento. La justificación se basa en el riesgo ocupacional asociado a la sedestación prolongada y la necesidad de implementar medidas preventivas. El estudio adoptó un diseño no controlado, de tipo experimental, analítico, prospectivo y longitudinal. La muestra se conformó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando criterios de selección específicos que resultaron en la participación de 35 colaboradores. La investigación se presenta como un valioso aporte para comprender y abordar los riesgos ergonómicos asociados a la sedestación prolongada, ofreciendo perspectivas clave para la salud ocupacional.

Palabras clave: Sedestación prolongada, Marcha biomecánica, Disfunciones pélvicas, Tratamiento osteopático.

Title: Impact of prolonged sitting on gait in administrative staff of the Polytechnic University of Chiapas during the year 2022

Abstract: The research addressed the influence of prolonged sitting on the musculoskeletal system, focusing on gait and possible associated pelvic dysfunctions. Human gait, a complex process, is affected by sustained postures, such as prolonged sitting, which can cause biomechanical alterations and downstream mechanical consequences. The study emphasizes the importance of precise gait analysis to prevent musculoskeletal disorders. The overall objective was to demonstrate the effects of osteopathic treatment on the gait of administrative staff exposed to prolonged sitting. Research questions were formulated regarding pelvic dysfunctions, osteopathic techniques, clinical correlation with gait, and changes before and after treatment. The justification is based on the occupational risk associated with prolonged sitting and the need to implement preventive measures. The study adopted an uncontrolled, experimental, analytical, prospective, and longitudinal design. The sample was formed through non-probabilistic convenience sampling, applying specific selection criteria that resulted in the

participation of 35 collaborators. The research presents a valuable contribution to understanding and addressing ergonomic risks associated with prolonged sitting, offering key insights for occupational health.

Keywords: Prolonged sitting, Biomechanical gait, Pelvic dysfunctions, Osteopathic treatment.

La marcha humana es un proceso dinámico, en el cual intervienen todos los componentes del sistema locomotor para lograr el desplazamiento corporal autónomo del hombre, a través de movimientos coordinados, alternados y rítmicos de las extremidades inferiores, desplazando el cuerpo en posición erguida con estabilidad y equilibrio.

Para ello, un ciclo de la marcha engloba dos pasos consecutivos, iniciando en el primer instante en el que el talón toca el suelo, mientras las puntas del pie se mantienen de manera ascendente (pie en dorsiflexión) y culmina cuando el talón de la misma extremidad vuelve a contactar con el piso.

El ciclo se divide en dos fases: apoyo y balanceo; en el apoyo, el pie de referencia contacta en todo momento con el suelo y le corresponde a un 60% del ciclo, y en la fase de balanceo, el pie de referencia se mantiene en el aire, complementando el 40% restante del ciclo.

Para poder hacer un buen análisis de la marcha, se debe comprender un patrón considerado normal, el cual se establece como aquel que se caracteriza por la ejecución del desplazamiento fluido, en el cual las extremidades inferiores realizan consecutivamente las fases antes descritas, sin

ninguna limitación de los movimientos osteo y artrocinemáticos de las articulaciones involucradas.

Sin embargo, se pueden producir alteraciones cuando surgen modificaciones de alguno de sus componentes, pudiendo ser óseos, musculares, ligamentarios o articulares, dando origen a las consecuencias mecánicas descendentes que por consecuencia desarrollarán alteraciones de la marcha evidentes.

Una de las principales actividades que pueden producir este tipo de alteraciones, son las posturas sostenidas, como la sedestación prolongada (permanecer sentados por más de 6 horas consecutivas), debido a que en esta posición el peso corporal es principalmente sostenido por la pelvis, para dar estabilidad al tronco. Durante esta actividad idealmente se debería mantener una postura con la espalda erguida, cabeza y hombros alineados, las plantas de los pies apoyadas en el suelo y las rodillas en flexión de 90°, sin embargo al ser una postura de tiempo prolongado, las personas tienden a crear un patrón postural propio, lo cual consecuentemente promueve deformidades en la columna vertebral, dolores en la región lumbar, pérdida de flexibilidad y rigidez muscular de las extremidades inferiores, desgaste e inestabilidad

articular y modificaciones en la estabilidad pélvica.

Esto generará consecuencias patomecánicas descendentes en las articulaciones coxofemoral (cadera), tibiofemoral (rodilla) y tibio astragalina (tobillo), que se manifestarán durante la marcha, como: limitación en los arcos de movimiento de dichas articulaciones provocando a mediana y larga evolución desgastes, bloqueos articulares, acortamientos musculares, entre otros.

Aquí radica la importancia de analizar la marcha de manera precisa y objetiva, su estudio permite detectar de manera predictiva estas alteraciones biomecánicas adaptativas y prevenir las consecuencias antes mencionadas, que de no ser tratadas a tiempo pueden progresar hasta generar en el sujeto un estado de discapacidad.

La alteración de la marcha puede evidenciarse mediante el análisis cinemático, el cual consiste en observar las características del movimiento real en cada una de las fases del ciclo. Se analiza mediante parámetros angulares, espaciales y temporales.

Lo interesante de este tipo de estudio, es que se puede ofrecer corrección de las alteraciones biomecánicas encontradas, recuperar la funcionalidad articular y de esta manera reducir la incidencia de enfermedades profesionales inherentes a la sedestación prolongada.

En este estudio, se evidenció el efecto nocivo de la sedestación prolongada, provocando disfunciones articulares pélvicas que modifican la biomecánica articular de las extremidades inferiores, y por consecuencia

alteraciones en la pisada y en la marcha. Así mismo, se observó la respuesta al tratamiento manipulativo articular, el cual a través de la aplicación de Técnicas de Alta Velocidad y Baja Amplitud (HVLA), sobre las disfunciones pélvicas, se recuperó la biomecánica articular normal de la marcha. El alcance de este estudio se centra en la identificación y corrección de las disfunciones estructurales pélvicas, que de acuerdo a los principios de la biomecánica, readaptaría las consecuencias biomecánicas descendentes involucradas.

De esta manera y con base a los resultados obtenidos, se ofrece un Modelo de Atención Osteopática a los trabajadores de actividad administrativa, para la prevención de trastornos músculo esqueléticos de origen laboral.

La justificación de este estudio se fundamenta en el derecho al trabajo digno y seguro, según la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como en la responsabilidad del empleador de prevenir riesgos a la salud. La sedestación prolongada se reconoce como un riesgo ergonómico, y la falta de medidas adecuadas de higiene y seguridad en el trabajo puede llevar al desarrollo de enfermedades profesionales.

Método

Diseño

La investigación tuvo como objetivo evaluar el riesgo ergonómico asociado a la sedestación prolongada en trabajadores con actividad

administrativa en la Universidad Politécnica de Chiapas.

Se realizó un Análisis Ergonómico en los puestos de trabajo para evaluar el riesgo ergonómico asociado a la sedestación prolongada. Los participantes seleccionados acudieron al Laboratorio de Biomecánica para la realización de un Análisis de la Marcha, donde se midieron parámetros cinemáticos relevantes. Además, se dirigieron al Servicio Médico Universitario para una Evaluación Osteopática, identificando posibles disfunciones pélvicas, las cuales fueron corregidas mediante Técnicas Osteopáticas Estructurales de Alta Velocidad y Baja Amplitud (HVLA). Se obtuvo el consentimiento informado de cada participante, asegurando la confidencialidad y privacidad de los datos recopilados. El estudio cumplió con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki.

Participantes

La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, abarcando 35 colaboradores que cumplieron con los siguientes criterios de selección:

- Criterios de selección:

1. Que sea trabajador de la Universidad Politécnica de Chiapas.
2. Que quiera participar en el estudio.
3. Cualquier sexo.

4. Que no tenga lesiones traumáticas, cicatrices, cirugías previas de columna vertebral, pelvis y extremidades.

5. Que no presente obesidad.

6. Que no presente enfermedades crónicas degenerativas (hipertensión arterial, diabetes mellitus, artritis reumatoide)

Instrumentos

Se aplicaron diferentes instrumentos de recolección de datos en cada uno de los escenarios:

En sus respectivos puestos de trabajo, se llevó a cabo la observación y entrevistas utilizando la Ficha de Análisis Ergonómico basada en el Método ROSA y una Matriz de Riesgo diseñada específicamente para complementar el análisis. Asimismo, se aplicó una Encuesta, que incluyó el Cuestionario Nórdico de Kuorinka, con el fin de identificar la sintomatología musculoesquelética prematura asociada a la exigencia biomecánica de la sedestación prolongada.

Durante la estancia en el Laboratorio de Biomecánica, se realizó la observación y se empleó la técnica de videometría. Para el análisis de la marcha, se llevaron a cabo procesos de procesamiento de imágenes y programación en MATLAB, donde se desarrollaron algoritmos para la detección de parámetros angulares, espaciales y temporales. Además, se utilizó la herramienta digital

KINOVEA para garantizar la confiabilidad de los resultados.

En el entorno del Servicio Médico, se llevaron a cabo entrevistas estructuradas y se utilizó una Ficha Clínica para registrar los resultados de la Evaluación Biomecánica correspondiente. Esta ficha permitió establecer las disfunciones pélvicas identificadas durante el proceso de evaluación.

Se utilizó una caminadora CARL LEWIS 14, propiedad de la Universidad, un cámara web – Logitech Streamcam Plus FullHD 1080p/ 60 fps USB-c, sensor ultrasónico de distancia Hc-sr04, y un arduino.

Procedimiento

Procedimiento para el análisis de la marcha: se empleó la técnica de videometría, procesamiento de imágenes y programación en MATLAB para detectar parámetros angulares, espaciales y temporales. Se utilizó la herramienta digital KINOVEA para mejorar la

confiabilidad de los resultados del análisis de la marcha.

Procedimiento para la evaluación osteopática: se llevó a cabo una Evaluación Osteopática en el Servicio Médico de la Universidad Politécnica de Chiapas. Se utilizó una Ficha Clínica para registrar los resultados de la Evaluación Biomecánica y establecer las disfunciones pélvicas encontradas. Se aplicaron Técnicas Osteopáticas Estructurales de Alta Velocidad y Baja Amplitud (HVLA) para la corrección manipulativa de las disfunciones pélvicas.

Resultados

En la tabla 3, se observa que el 71.4 % de los participantes son mujeres, trabajan solamente durante el turno matutino y el 80% han estado laborando entre uno y cinco años.

Tabla 1. Datos sociodemográficos del personal administrativo.

Datos sociodemográficos		f	%	%
Género	Masculino	10	28.6	
	Femenino	25	71.4	100
Turno	Matutino	35	100.0	100
Antigüedad laboral	Entre 1 y 5 años	28	80.0	
	Más de 5 años	7	20.0	100

Nota: Cuestionario Nórdico Estandarizado de Kuorinka.
n= 35

Respecto a los datos obtenidos en el Cuestionario Nórdico Estandarizado de Kuorinka et al (1987), el cual mide y registra

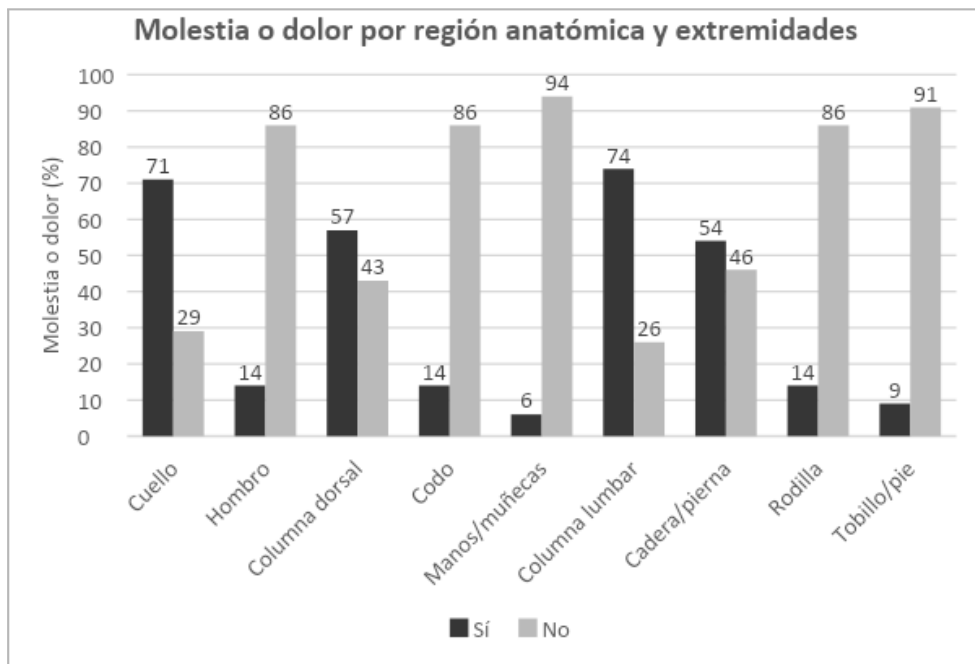
síntomas musculoesqueléticos en 9 segmentos corporales; cuello, hombro, columna dorsal, codo, mano/muñeca, cadera/pierna, rodilla,

tobillo/pie y columna lumbar. Tiene 15 ítems con respuesta de selección múltiple.

Detecta y analiza síntomas musculoesqueléticos, mediante la valoración de presencia de dolor, tiempo que ha presentado molestias, si se ha necesitado cambiar de puesto de trabajo a causa de estas molestias, duración de las molestias en los últimos 12 meses, duración de los episodios de dolor, interferencia de las molestias en las actividades laborales, tratamiento recibido por estas molestias, molestias en los últimos 7 días, entre otros.

En el gráfico 1, se muestra la presencia de molestias o dolor según la región anatómica, observándose una mayor prevalencia en la región lumbar con un 74% y la región del cuello en segundo lugar con un 71%. Esto coincide con la relación hipo – hipermovilidad, hay restringir la región pélvica, la región próxima, en este caso, en lumbares reacciona con hipermovilidad y por consecuencia con dolencia.

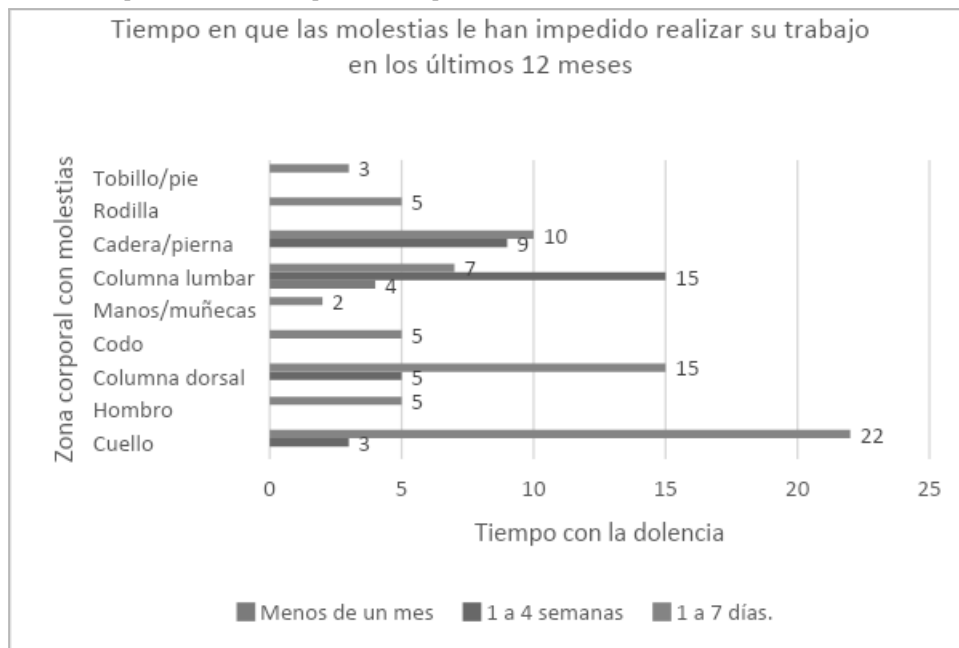
Gráfico 1. Porcentaje de presencia de molestias o dolor por región anatómica.



En el gráfico 2, se observa que en la mayoría de las diferentes regiones, el tiempo de molestias que intervienen con su trabajo con

menores a siete días, todos los participantes comentaron no haber generado incapacidad laboral por esta situación

Gráfico 2. Medición del tiempo de las molestias por zona corporal.



El 96% de los participantes refieren no haber recibido algún tipo de tratamiento para sus dolencias o molestias y solo el 4% refirió haberse automedicado con analgésicos de venta libre.

Uno de los alcances de este proyecto fue el desarrollar un nuevo Sistema de Evaluación Digital que proporcionase los datos en tiempo real, que para fines de confiabilidad, los datos obtenidos fueron comparados con KINOVEA, un software calibrado de análisis biomecánico. Se aplicó la prueba estadística T pareada, aplicando $\alpha = 0.05$. Se establecieron las siguientes hipótesis:

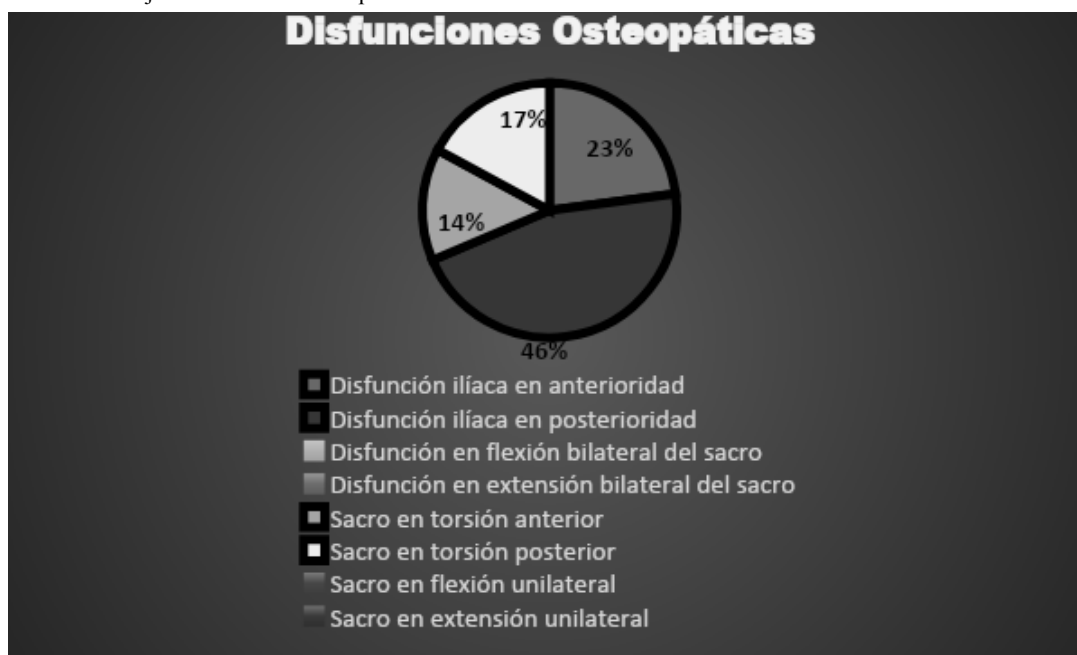
H0 = Los valores obtenidos por KINOVEA y el sistema son iguales.

H1 = Los valores obtenidos por KINOVEA y el sistema son desiguales.

De acuerdo con la prueba aplicada, se acepta la hipótesis nula (H0), con una confiabilidad del 95%, lo cual indica que el sistema es funcional

Dado a que las principales disfunciones encontradas, mediante la evaluación biomecánica, fueron iliosacras y sacroilíacas, como se observa en el gráfico 3, se analizaron las diferencias en la marcha de acuerdo con dichas disfunciones.

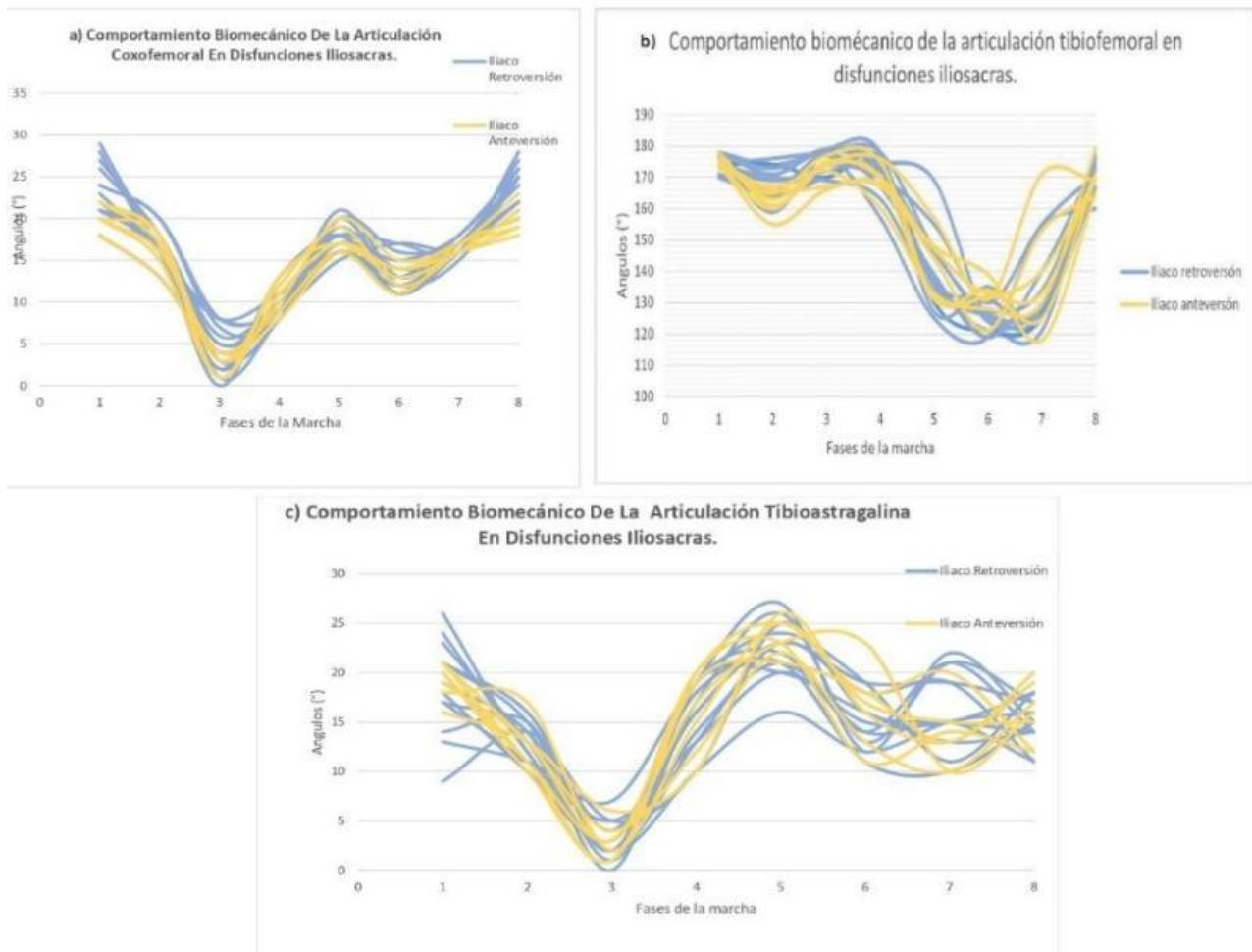
Gráfico 3. Porcentaje Disfunciones Osteopáticas.



En la articulación coxofemoral se presenta una reducción en el ángulo de flexión durante la fase de contacto talón y desaceleración en pacientes con disfunción de iliacos en anterioridad; idealmente este ángulo debería alcanzar los 30°, sin embargo podemos observar que los pacientes con esta disfunción presentan

ángulos comprendidos entre 18° y 23°. Contrariamente los pacientes con iliacos en posterioridad, presentan valores angulares en un rango de 23° a 28°, lo cual indica una mejor amplitud de movimiento, en comparación con los pacientes con iliaco en anterioridad.

Gráfico 4. Comportamiento de las articulaciones a) Coxofemoral, b) Tibiofemoral y c) Tibioastragalina durante la marcha, en pacientes con Disfunciones Iliosacras.



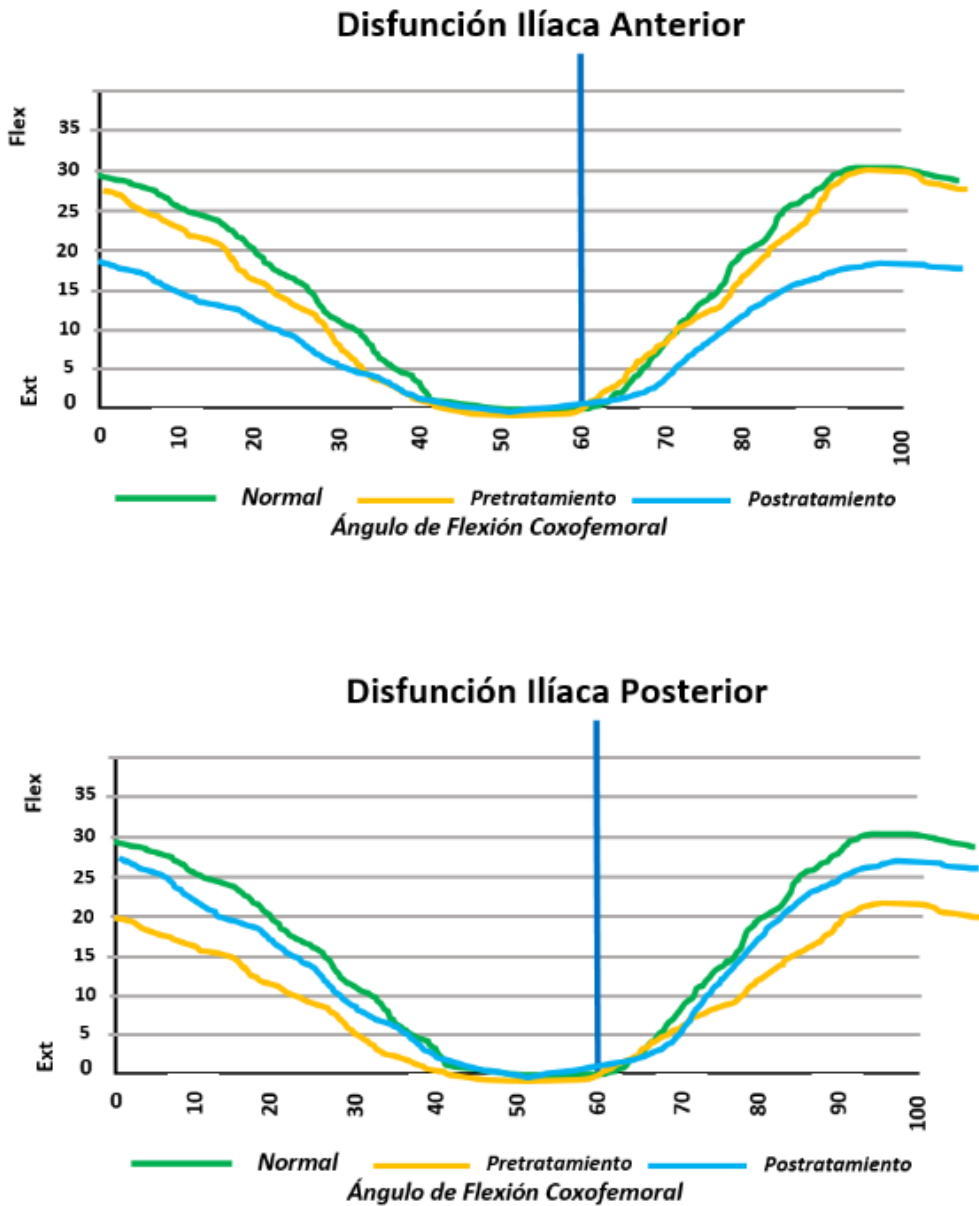
Así mismo, durante la fase de elevación de talón en pacientes con iliacos en anterioridad, se observó que los valores angulares de dicha articulación se mantuvieron en un rango de $\pm 2^\circ$ con respecto al valor ideal de 10° .

En la articulación tibiofemoral, se puede observar que los pacientes con iliaco en posterioridad presentan valores angulares que van desde los 174° hasta los 178° en el ángulo

de extensión durante la fase de contacto talón, dichos valores se encuentran dentro del rango normal de la extensión de la articulación el cual es de 180° .

En la fase de apoyo plantar el ángulo de flexión comprende valores de 155° hasta 167° , los cuales no son tan distantes del valor ideal de 160° .

Gráficos 5 y 6. Disfunción Iliaca Anterior y Posterior.

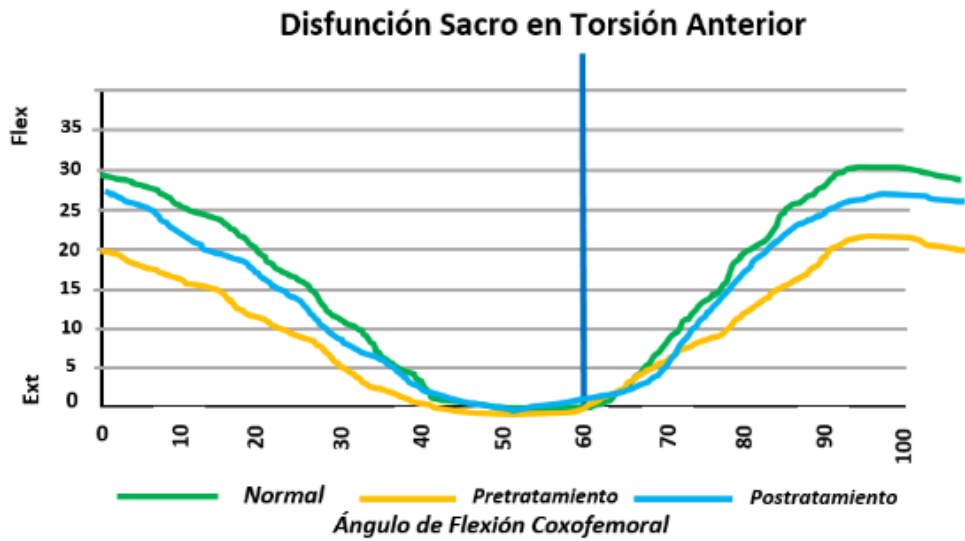


En pacientes con iliaco en anterioridad, claramente se observa una disminución en los ángulos de extensión y flexión, respecto a los valores angulares de los pacientes con iliacos en posterioridad.

Se observa que los pacientes con disfunciones de sacro en torsión unilateral posterior, presentan valores angulares entre los 25° y 27° en los ángulos de flexión, durante la

fase de contacto talón y desaceleración, lo cual representa una mejor movilidad respecto a los pacientes con sacros en torsión unilateral anterior en los cuales el ángulo de flexión comprende valores entre 18° a 20° en las mismas fases, se observa también que en las fases restantes no hubo cambios significativos en ambas disfunciones.

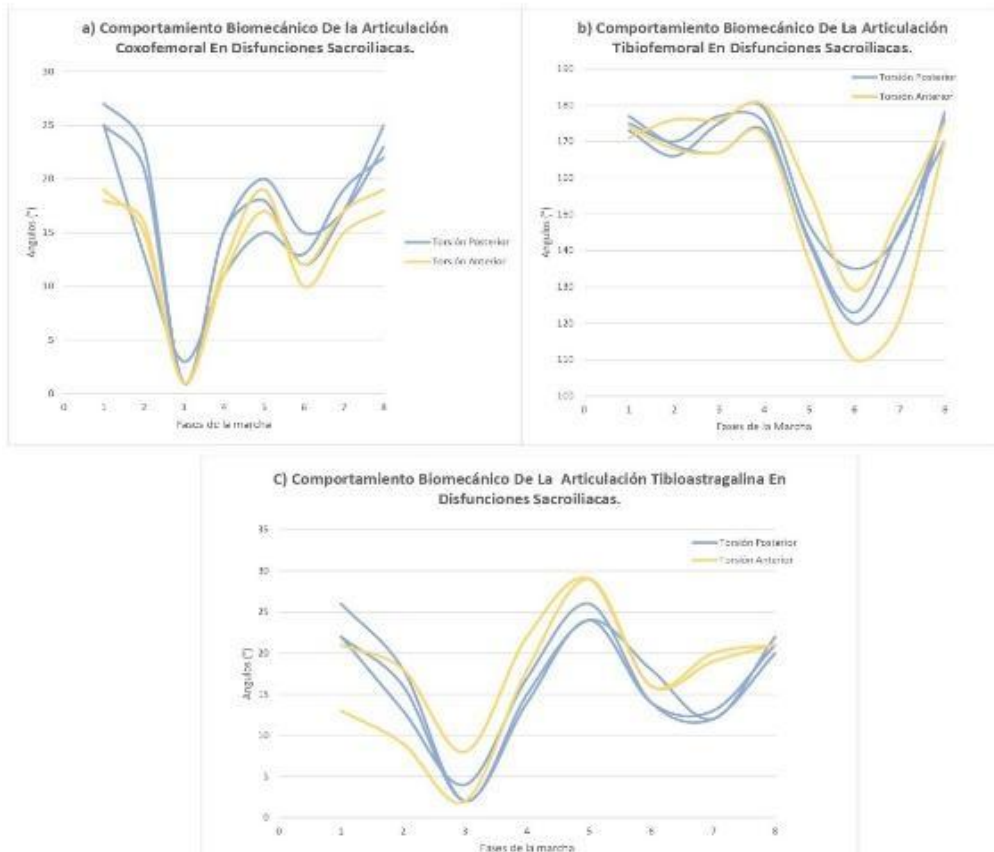
Gráfico 7. Disfunción Sacro en Torsión Anterior.



En cuanto a la articulación tibiofemoral y tibioastragalina, se observa que a pesar de presentar disfunciones iliosacras, no se limita la extensión de la articulación tibiofemoral en

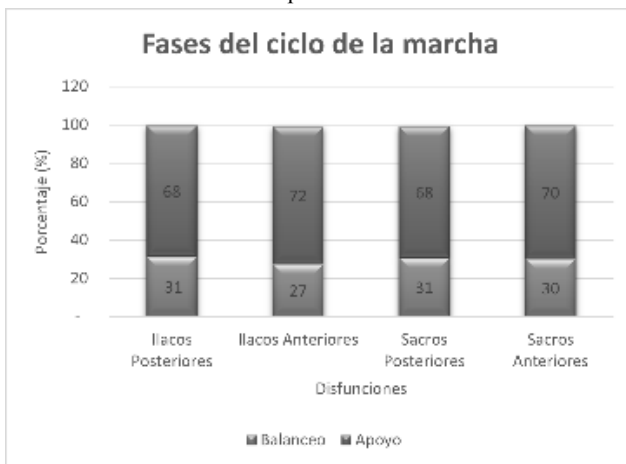
ninguna de las fases y así mismo no se presentan restricciones en los rangos de movimiento de dorsiflexión y flexión plantar de la articulación tibio-astragalina.

Gráfico 8. Comportamiento de las articulaciones a) Coxofemoral, b) Tibiofemoral y c) Tibioastragalina durante la marcha, en pacientes con Disfunciones Sacroiliacas.



En cuanto a los parámetros temporales, se observa que el porcentaje en la fase de apoyo aumentó reduciendo así la fase de balanceo, lo cual indica que las personas con disfunciones pélvicas tanto iliosacras como sacroilíacas caminan a menor velocidad.

Gráfico 9. Porcentaje de las fases del ciclo de la marcha de acuerdo con las disfunciones pélvicas.



Los resultados obtenidos concuerdan con lo biomecánicamente normal, debido a que cuando se realiza la fase de contacto talón y desaceleración, naturalmente los ilíacos se mueven en retroversión, por lo tanto, si el ilíaco presenta un bloqueo en este mismo sentido, no hay restricción en el rango angular ya que realiza el movimiento en sentido de la disfunción razón por la cual se facilita el movimiento. Cuando se presenta un ilíaco en anterioridad el rango angular si se encuentra restringido durante dichas fases, ya que el movimiento se ejecuta en sentido contrario a la disfunción.

Discusión

De acuerdo con las pruebas estadísticas aplicadas, se puede demostrar que el sistema desarrollado funciona adecuadamente debido a que las variaciones entre ambos sistemas son mínimas. De esta manera se cumplió con el objetivo de automatizar el proceso de detección de parámetros biomecánicos, lo cual es de gran beneficio para el personal de salud, debido a que se reduce considerablemente el tiempo empleado para el realizar el análisis cinemático.

La sedestación prolongada como riesgo potencial ocupacional provoca restricciones articulares pélvicas, principalmente iliosacras y sacroilíacas. Mediante las pruebas realizadas en el sistema desarrollado, se pudo observar que las disfunciones iliosacras restringen mayormente la flexión de la articulación coxofemoral y la extensión en la articulación tibiofemoral. Las disfunciones sacroilíacas restringen mayormente el ángulo de flexión de la cadera, durante la fase 1, respecto a las disfunciones iliosacras, también se demostró que ambas disfunciones afectan la velocidad de la marcha.

Los resultados obtenidos permiten dar a conocer a la institución las disfunciones asociadas a la sedestación prolongada, con la finalidad de implementar estrategias ergonómicas en el área de trabajo y con esto poder evitar enfermedades ocupacionales y su consecuente aumento de Prima de Riesgo ante el IMSS y de esa manera cumplir con lo

establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el Art. 123 que establece “toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil”, y en sus Fracciones XIV y XV postula que “el patrón es responsable de los accidentes y enfermedades que desarrolle producto de su trabajo” y que además, “está obligada a ofrecer medidas adecuadas de higiene y seguridad para prevenir riesgos a la salud”.

Algunas recomendaciones serían, en cuanto al sistema de evaluación, podría mejorarse significativamente mediante un sistema de captura de video multiplanar.

Esta investigación puede extenderse a otros segmentos corporales, con la misma metodología ergonómica y con el mismo tipo de intervención osteopática en busca de ofrecer medidas para la reducción de morbilidad e incapacidades laborales.

La implementación de una evaluación y tratamiento osteopático debe ser imperativo en los Programas de Salud Ocupacional, ya que es una medicina que permite manejar modelos predictivos desde el punto de vista de la biomecánica, en el desarrollo de trastornos músculo esqueléticos.

La Medicina Osteopática y su relación con la Salud Ocupacional es un campo fértil para la investigación en Medicina Laboral, en Fisioterapia, así como en Ingeniería Biomédica para el desarrollo de dispositivos médicos que permitan objetivar indicadores evaluativos, así como las respuestas de los tejidos ante diversos tratamientos.

El Modelo de Atención Osteopática que se recomienda implementar sería, en orden de aplicación: análisis ergonómico del puesto de trabajo utilizando Métodos de Evaluación validados (RULA, REBA, OWAS, ROSA, etc.) según corresponda; evaluación biomecánica osteopática y análisis de la marcha inicial, esto último puede ser sustituido por algún otro medio de evaluación, por ejemplo, bicicleta fija; aplicación de tratamiento global osteopático de acuerdo a las disfunciones encontradas, prescripción de ejercicios terapéuticos, con base al neuroentrenamiento funcional y reevaluaciones subsecuentes con una periodicidad de seis meses.

Referencias

1. ARL SURA - Riesgos Laborales - ARL. Trabajo en posición sentado. <https://www.arlsura.com/index.php/component/content/article/27-prevencion/ergonomia-anterior/846-trabajo-en-posicion-sentado>
2. Bricot B. Posturas Normal y Posturas Patológicas, Artículo IPP (Instituto de Posturología y Podoposturología). 2008.
3. Curtil P, de Coux G. Tratado Práctico de Osteopatía Estructural. Editorial Paidotribo Consejo de Ciento, 245 bis, 1.º 1.º 08011 Barcelona.
4. Elorza NA, Bedoya Ortiz M, Díaz Vilorio JE, González Ríos MA, Martínez Rendón E,

*Impacto de la sedestación prolongada sobre la marcha en personal administrativo de la Universidad
Politécnica de Chiapas durante el año 2022*

- Rodríguez Echeverri M. Sedestación ó permanecer sentado mucho tiempo: riesgo ergonómico para los trabajadores expuestos. *Revista CES Salud Pública*. 2017;8:134-147.
5. Francois R. *Tratado de Osteopatía*, 3ª. Edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires. 2003.
6. Gómez-Conesa A, Mendéz Fx. Lumbalgia Ocupacional. *Revista Fisioterapia*. 2002;24(1):43-5.
<http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-lumbalgia-ocupacional-13031835>
7. Rodríguez-Camacho DF, Correa-Mesa JF. Biomecánica del cartílago articular y sus respuestas ante la aplicación de las fuerzas. *MÉD.UIS*. 2018;31(3):47-56.
<https://doi.org/10.18273/revmed.v31n3-2018005>
8. Van Dieën JH, de Looze MP, Hermans V. Effects of dynamic office chairs on trunk kinematics, trunk extensor EMG and spinal shrinkage. *Ergonomics*. 2001;44(7):739-50.
<https://doi.org/10.1080/00140130120297>
9. Mata FO. *Impronta Ortopedia*. 2014.
https://www.improntaortopedia.com/upfiles/noticias_img/files/la-sedestacion-inductora-de-la-marcha-es_3925.pdf
10. Willems A, Schepens B, Detrembleur C. EMC-Kinesiterapia – medicina física. 2012;33:1–29.
[https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(12\)61944-6](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(12)61944-6)
11. Osorio JH, Valencia MH. Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. *Archivos de medicina*. 2013;13(1).
<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/archivosmedicina/article/view/23>
12. Morales Vega NR. Metodología y desarrollo para analizar el ciclo de la marcha humana [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx>
13. Martínez F, Gómez F, Romero E. Análisis de vídeo para estimación del movimiento humano: Una revisión. *MED*. 2009;95–104.
<http://www.scielo.org.com>
14. Arrellano González JC, Medellín Castillo HI, Cervantes Sánchez JJ. Identificación y análisis de los parámetros biomecánicos utilizados para la evaluación de la marcha humana normal y patológica. *Memorias del XXV Congreso Internacional Anual de la SOMIB*. 2019. <http://memorias.somib.org.mx>
15. Silva Castellanos CA. Modelamiento de la marcha humana con prótesis de miembro inferior mediante herramientas de simulación dinámica (“una aplicación en OPENSIM”) [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
https://www.researchgate.net/publication/340352859_Modelamiento_de_la_marcha_humana_con_prtesis_de_meimbro_inferior_mediante_herramientas_de_simulacion_dinamica_una_aplicacio

[n_en_opensim](#)

16. Duque Ramírez JR. Descripción de los parámetros de referencia de la marcha en adultos de la población antioqueña entre 20 y 54 años de edad [Tesis licenciatura].

17. Villa Moreno A, Gutiérrez E, Pérez Moreno JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnica de videogrametría, electromiografía y dinamometría. Revista. 2008;2(3).

<https://doi.org/10.24050/19099762.n23.2018.129>

Recibido: Agosto, 2023 • Aceptado: Noviembre, 2023