



Universidad Autónoma de Nuevo  
Leon

FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA

ENSAYO ANALÍTICO DE UNA PROPUESTA  
MULTIDISCIPLINAR

*PIA*

Autor:  
Juan Carlos Rodríguez Rodríguez

Junio 2024

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Biomecánica de la marcha</b>	<b>3</b>
2.1. Fase de la marcha . . . . .	3
2.2. Análisis de la fase de apoyo . . . . .	4
2.3. Análisis de la fase de balanceo . . . . .	6
2.4. Aplicaciones del análisis biomecánico de la marcha . . . . .	6
<b>3. Relación entre el maratón y lesiones</b>	<b>8</b>
3.1. Patologías indirectamente relacionadas a la marcha . . . . .	8
3.2. Lesiones musculoesqueléticas . . . . .	9
3.3. Causas de lesiones . . . . .	9
3.4. Prevención de lesiones . . . . .	10
<b>4. Equipo multidisciplinar</b>	<b>12</b>
4.1. Entrenador técnico . . . . .	12
4.2. Médico del deporte . . . . .	13
4.3. Fisioterapeuta . . . . .	13
4.4. Rehabilitador deportivo . . . . .	13
4.5. Ortopedista . . . . .	14
4.6. Preparador físico . . . . .	14
4.7. Dentista . . . . .	14
4.8. Psicólogo . . . . .	14
4.9. Nutriólogo . . . . .	15
<b>5. El papel del Fisioterapeuta/Rehabilitador Deportivo en el equipo multidisciplinar</b>	<b>16</b>
<b>6. Conclusión</b>	<b>17</b>
<b>7. Anexo</b>	<b>18</b>
7.1. Desalineaciones y lesiones . . . . .	19
7.2. Determinación de la cadena dominante . . . . .	20
7.3. Generación del programa para la corrección de desalineaciones . . . . .	22
7.4. Segundo análisis . . . . .	22

# 1. Introducción

En la actualidad, el maratón es un deporte de gran demanda para México (Esparza Ontiveros, 2022). Sin embargo, quienes practican este deporte con frecuencia sufren de lesiones durante el entrenamiento cuyas causas no son del todo comprendidas (Worp et al., 2015), y se ha observado incluso que este deporte, con el tiempo, desarrolla lesiones que son asintomáticas, las cuáles a la larga desencadenan patologías degenerativas (Yao et al., 2020).

Cuando un deportista sufre de una lesión, este debe interrumpir su entrenamiento para poder tratar su lesión (Hofstede et al., 2020), y esta disminución en el entrenamiento conlleva a su vez una mayor probabilidad de lesión (Ceyssens et al., 2019). La terapia más frecuentada para el tratamiento y la prevención de lesiones deportivas es el fortalecimiento de los músculos implicados en la lesión; sin embargo, al menos en maratonistas, este método ha demostrado ser completamente ineficiente. (Toresdahl et al., 2019).

Este trabajo se centra en los maratonistas, y se propone cambiar el varios paradigmas actuales, comenzando con dejar de procurar a las enfermedades y pensar más en cuidar la salud, es decir, buscar en la prevención de lesiones principalmente, esto no solo permitirá a los deportistas realizar su entrenamiento con menos interrupciones por incidencias de lesiones, sino que también se debe tener en cuenta que cuando una lesión aparece, difícilmente se recupera por completo. (Franke, 2019)

Para comenzar, se hará mención de los principales problemas de salud relacionados con el deporte en cuestión, así como algunas de las propuestas que se han realizado para solucionar esta situación. Posteriormente se propondrá un plan de prevención bajo la metodología de Cadenas Musculares GDS desarrollada por la fisioterapeuta Godelieve Denys-Struyf, la cuál en sí misma implica abordar el cuerpo desde la globalidad. Si bien este trabajo no tiene como objetivo enseñar la metodología GDS, se incluirá un anexo explicando sus generalidades y un caso clínico de ejemplo.

Después se realizará un análisis de las características físicas de este deporte, lo cuál permitirá observar si existe relación entre las lesiones con mayor incidencia y las exigencias físicas del maratón.

Por último, se desarrollará y justificará la propuesta de un equipo multidisciplinar, ya que la metodología GDS por sí sola sugiere el trabajo en conjunto entre psicólogo, fisioterapeuta y ortopedista, dada la relación entre la psico comportamentalidad y las desalineaciones biomecánicas. Sin embargo se sugiere agregar también en el equipo multidisciplinar ortopedista, médico del deporte, nutricionista e inclusive dentista.

## 2. Biomecánica de la marcha

Al ser este trabajo enfocado en el maratón, se presentará a continuación un análisis biomecánico de la marcha, excluyendo de momento la metodología GDS y tomando como principal recurso el análisis de la fisiología articular publicada por Kapandji.

Para este análisis, se hace mención de los movimientos articulares, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y la activación muscular en cada fase del ciclo de marcha, dividiendo este ciclo en dos fases principales: la fase de apoyo y la fase de balanceo.

La biomecánica de la marcha estudia el movimiento coordinado del cuerpo humano al caminar, lo cual involucra tanto al sistema musculoesquelético como al sistema nervioso. Este proceso de caminar, involucra varios patrones y ciclos de movimiento, en los cuáles cada articulación y grupo muscular participan de manera sincronizada para generar estabilidad en el cuerpo. Para analizar la biomecánica de la marcha se requiere comprender tanto las fuerzas externas (gravedad y fricción) como las internas (músculos y ligamentos) que actúan en cada ciclo de marcha, buscando identificar los patrones de movimiento "normales" y las posibles desviaciones.

### 2.1. Fase de la marcha

El ciclo de la marcha se puede dividir en dos fases principales de acuerdo a los músculos involucrados en su realización: fase de apoyo y fase de balanceo, las cuáles son descritas a continuación.

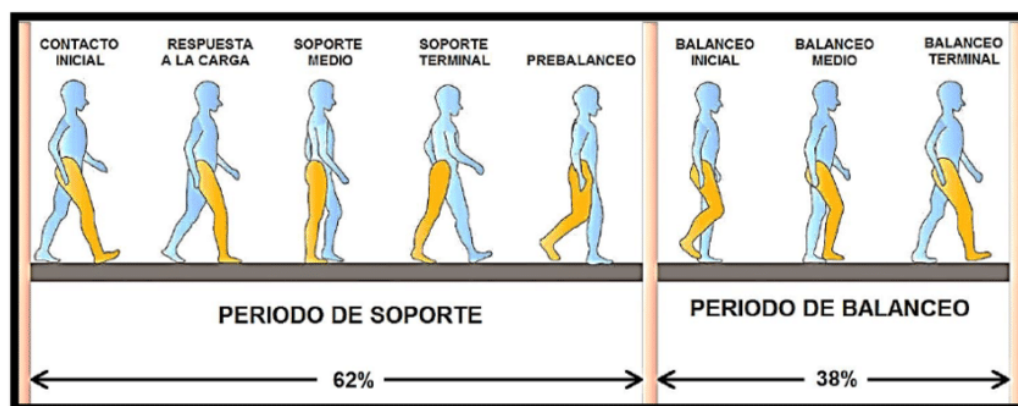


Figura 1: Fases de la marcha

La fase de apoyo es cuando el pie se encuentra en contacto con el suelo, y representa el 60 % del ciclo de la marcha. En esta fase, se inicia con el

contacto del talón hacia el suelo, seguido por una respuesta de carga que distribuye el peso en la planta del pie. Posteriormente el peso se desplaza hacia el metatarso, utilizando el arco del pie como amortiguador que facilita la absorción del impacto. Finalmente el talón se eleva y el cuerpo se prepara para la fase de balanceo mediante un impulso hacia adelante (y una ligera anteriorización del cuerpo). par

La fase de balanceo representa entonces el 40 % restante del ciclo de marcha, y es lo que se encarga de la progresión del cuerpo en el espacio. Para comenzar, la pierna que se encuentra en movimiento (la que está en el aire), debe elevarse lo suficiente para evitar el contacto con el suelo, tomando ayuda de las estructuras en cadera, rodilla y tobillo en una secuencia coordinada que asegura una secuencia coordinada. Finalmente en el balanceo permite que el pie llegue nuevamente al contacto inicial, completando el ciclo de marcha y generando un desplazamiento idealmente armónico.

El análisis biomecánico de la marcha, también considera la distribución del centro de gravedad el movimiento del centro de masas, dado que son factores que determinan la estabilidad dinámica y la eficiencia energética. Una alineación en el centro de gravedad minimiza el gasto energético y favorece una marcha más natural, aunque esto no es solo para la marcha, sino para cualquier análisis de fuerzas. Para la evaluación de estos aspectos, usualmente se utilizan sistemas de captura de movimiento y plataformas de fuerza, que permiten a los profesionales de la salud medir con precisión los ángulos articulares, velocidades, aceleraciones, entre otros detalles para cada segmento corporal.

## **2.2. Análisis de la fase de apoyo**

La mecánica de la marcha, depende principalmente de la coordinación de las articulaciones del tren inferior, a continuación se mencionarán las estructuras implicadas en cadera, rodilla y tobillo, ya que las del pie no se involucran directamente en las lesiones de rodilla.

Iniciando con la articulación de la cadera, es la que actúa como estabilizador del cuerpo, así como soporte para la distribución y absorción de fuerzas. Dado que la pierna base se encuentra extendida, y se busca una extensión de cadera, el glúteo mayor y los isquiosurales (normalmente conocidos como isquiotibiales) son cruciales para mantener esta posición.

En cuanto a la articulación de tobillo, el aporte de esta estructura es principalmente de la absorción del impacto y la generación del impulso para la siguiente fase. En el contacto inicial con el suelo, el tibial anterior juega el papel principal para mantener la dorsiflexión del pie, mientras que en la fase de despegue los gastrocnemios y el sóleo plantar proporcionan la fuerza



Figura 2: Glúteo mayor e isquiosurales

requerida para la siguiente propulsión.



Figura 3: Músculos del compartimento de pierna

Otra fuerza relevante a analizar durante el ciclo de marcha es la fuerza de reacción del suelo (FRS), la cuál se opone al peso corporal para impedir el desplome del cuerpo, y actúa como punto de contacto con el suelo. La dirección y magnitud de esta fuerza son cruciales para mantener la estabilidad; de igual forma, cuando el talón impacta, esta fuerza se absorbe mediante una adecuada flexión en tobillo, rodilla y cadera, donde se involucran principalmente los mismos músculos ya mencionados (y erectores de columna que se activan por el reflejo miotático).

### 2.3. Análisis de la fase de balanceo

Con lo que respecta a la cadera, los flexores de cadera (principalmente psoas-iliaco y recto anterior) son los que permiten la elevación y adelantamiento de la pierna en cuestión.

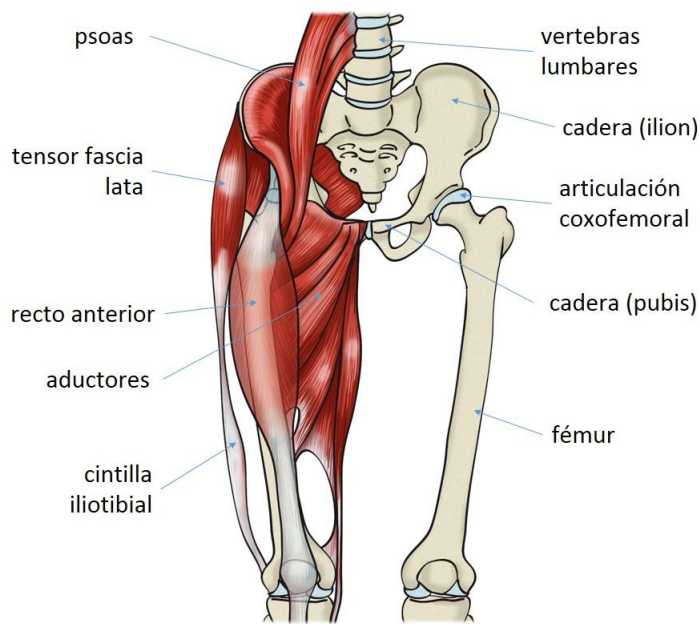


Figura 4: Músculos encargados de la flexión de cadera

La articulación de la rodilla cumple múltiples funciones, ya que hace de amortiguador, proporciona estabilidad en el apoyo inicial y facilita el movimiento de avance. Cuando se encuentra la pierna en el aire y el pie cae, el cuádriceps se encarga de contraaerstar a la carga del peso corporal, ya que se activa para controlar la flexión de la rodilla. Los isquiotibiales por otro lado, se encargan de generar la flexión de rodilla, acortando la pierna y permitiendo un movimiento seguro.

### 2.4. Aplicaciones del análisis biomecánico de la marcha

El análisis biomecánico de la marcha es crucial en la prevención y tratamiento de lesiones, el diseño de prótesis y ortesis, rehabilitación física y en el entrenamiento deportivo. Cuando se observa una alteración en el ciclo

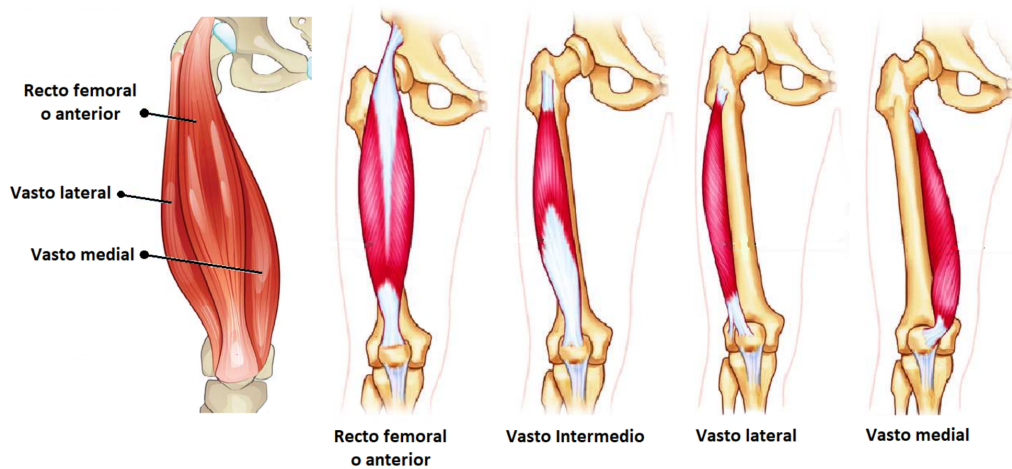


Figura 5: Músculos cuádriceps

de marcha, como la disminución en la dorsiflexión del tobillo o el acortamiento de la zancada, puede ser un indicador de un desequilibrio muscular, restricción en la movilidad articular o incluso problemas posturales, que al no corregirse, se convierten en lesiones crónicas.

En la rehabilitación deportiva, el análisis detallado de la marcha permite a los terapeutas identificar patrones de compensación del cuerpo, y a partir de esto, diseñar programas de ejercicios para mejorar el alineamiento corporal, con lo que el movimiento se vuelve más efectivo y seguro.

A continuación se describe la metodología para realizar un análisis más global del cuerpo bajo la metodología GDS, y posteriormente el cuál se propone como base para elaborar el programa de ejercicios a integrar. Y aún cuando ya tenemos los músculos principales implicados en la marcha, los cuáles pueden ser usados para un mejor diagnóstico, se sugiere trabajar el cuerpo de manera global para obtener mejores resultados.



### **3. Relación entre el maratón y lesiones**

Para este trabajo se decidió hablar sobre el maratón, ya que el movimiento implicado para su ejecución, es ejecutado por la población en general, es decir, la marcha. Esto implica en cierta medida que las lesiones presentadas por los maratonistas pudieran ser también problemas de la población en general, aunque el hecho de el desgaste del cuerpo que se presenta en las largas marchas es en definitiva distinto de recorrer pocas distancias caminando y con una cadencia menor de paso.

A continuación se presentarán los problemas más comunes que se presentan para corredores de medio fondo y fondo completo.

#### **3.1. Patologías indirectamente relacionadas a la marcha**

Dejando de lado (de momento) las patologías musculoesqueléticas, el principal problema encontrado en los maratonistas, es la ingesta de analgésicos, ya que al menos en el maratón de Nueva York que es uno de los más concurridos a nivel mundial, se ha encontrado que más del 30 % de los participantes consumen analgésicos a forma de prevención para la carrera, y varios de ellos los utilizan de manera regular en su entrenamiento (McGrath, Fontana y Toresdahl, 2024).

Esta situación ya ha levantado alertas a nivel médico, ya que en 2017 se presentó un caso severo de un maratonista con una lesión renal que empeoró mas rápido de lo normal(Ramírez, 2024), este caso particular fue altamente estudiado por cómo se presentó, y al encontrar una relación entre el consumo elevado de medicamentos no esteroideos del paciente, se comenzó a relacionar el consumo de estos medicamentos con la práctica de maratón, cosa que se ha observado como correcta.

El elevado consumo de estos medicamentos no solo afecta renalmente, sino que también se ha encontrado que los maratonistas que consumen analgésicos de forma constante, tienden a generar problemas gastrointestinales, cardiovasculares y desde luego, fallas renales (McGrath, Fontana y Toresdahl, 2024). Si bien en este trabajo no se profundizará más en este tipo de patologías, es relevante mencionar que la causa por la cuál los atletas en cuestión consumen estos medicamentos, es mayoritariamente para no sentir molestias en lesiones de articulaciones que padezcan (Rivera Abrego, Prado Guevara y Méndez Giraldo, 2024), por lo que se pudiera proponer que en caso de solucionar dichas lesiones físicas, el consumo de estos medicamentos se reduciría también y se abordaría este problema.

Sin embargo, aquí recae la importancia de un médico del deporte, y/o un médico ortopedista, ya que estos profesionales de la salud pudieran determinar cuando el atleta requiere realmente el consumo de un medicamento y cuando no, y así evitar este tipo de consumos desmedidos.

### **3.2. Lesiones musculoesqueléticas**

Para las cuestiones musculoesqueléticas, se ha observado que la mayoría son presentadas en la extremidad inferior, con más del 60 % de incidencia (Caselli, 1997), de las cuáles, se observan principalmente lesiones de cadera, lesiones de rodilla, lesiones en la banda iliotibial, y callosidades (Hsu et al., 2020). Es relevante hacer mención, que específicamente las lesiones de rodilla, se ha encontrado que en la mayoría de los casos, aún cuando pasen a ser asintomáticas después de las terapias llevadas a cabo por profesionales (se consideraron láser, termoterapia y fortalecimiento muscular), la lesión no desaparece realmente (Nguyen, Milsten y Cushman, 2008).

Otra de las molestias comunes, aunque poco menos en la literatura, es el dolor lumbar. Y esto es debido a que las molestias lumbares no suelen ser un impedimento para los maratonistas, ya que suelen acostumbrarse al dolor y aprender a vivir con eso (Powers, 2007), esto debido a que mencionan los atletas que la molestia de la zona lumbar no desaparece aún cuando sigan las recomendaciones médicas (Pannone y Abbott, 2024). También cabe mencionar, que esta es una de las lesiones que lleva al atleta al consumo indiscriminado de analgésicos.

La mejor forma de ofrecer una solución a cualquier problema, en definitiva es conocer las causas, para lo cuál a continuación se hace mención de las posibles causas para estas patologías musculoesqueléticas en relación con los maratonistas, aunque se tomarán a consideración solamente las lesiones de extremidad inferior, ya que son las que presentan mayor prevalencia.

### **3.3. Causas de lesiones**

Una de las posibles causas encontradas para las lesiones de la extremidad inferior, pudiera ser una incorrecta colocación en la articulación de la cadera, es decir, si el fémur por algún motivo de encuentra rotado medial o lateralmente, esto ocasionará que la articulación de la rodilla se encuentre también en una constante rotación, que con el paso del tiempo terminará por degenerar los meniscos, o el tendón de aquiles. (Vannatta, Heinert y Kernozek, 2020)

Otra posible causa pudiera ser una mala colocación en el tobillo, causado a su vez por un pie con un arco con un arco excesivo o disminuído, ya que

esto genera una inclinación en el tobillo, y esto a su vez genera una tracción en las articulaciones de la rodilla y cadera, generando estrés mecánico y produciendo lesión (Poppel et al., 2015).

También es relevante a considerar el peso, ya que se ha encontrado una relación directa en el sobre peso (por la compresión articular generada), pero también con los atletas con menos peso del que deberían, ya que esto no permite al cuerpo obtener los nutrientes necesarios y terminan por generar lesiones musculares y/o articulares, esto suele ser notorio en los maratones gran demanda energética que se realiza al organismo (Worp et al., 2015). La cinemática es otra de las causas mencionadas (Hsu et al., 2020). Se ha encontrado una relación entre las desviaciones de movimiento de la marcha en el eje central con la incidencia de lesiones.

Por otra parte, también se ha buscado una respuesta a las causas de las lesiones mencionadas desde la perspectiva biomecánica, sin embargo esto solo se ha hecho desde el análisis de consumo energético y en términos "generales", es decir, no se ha realizado un estudio específico para el cuerpo de un atleta en particular, sino el análisis biomecánico de un cuerpo genérico (M, 2007).

Con respecto a que si las lesiones son por el sobreuso articular, en el caso particular de la rodilla, esto se ha descartado considerando que los deportistas de medio maratón tienen la misma probabilidad de desarrollar una patología en extremidad inferior que los de maratón completo (Van Middelkoop et al., 2007). En términos generales, no se ha llegado a ninguna respuesta concluyente con respecto a las causas de estas patologías, pero una posible respuesta se encuentra en tomar en cuenta la biomecánica y en analizar el cuerpo como un todo y no por sus partes individuales (Hofstede et al., 2020) Si bien es complicado dar una solución definitiva a las lesiones que se presentan en los maratonistas, a continuación se mencionan algunas de las propuestas más comunes para prevenir y tratar dichas lesiones.

### **3.4. Prevención de lesiones**

Para prevenir las lesiones se suelen sugerir masajes de descargas, termoterapias, terapia por electroestimulación, sin embargo ninguna de estas ha demostrado tener eficiencia a la hora de tratar lesiones, incluso se ha observado que si bien todas estas terapias tienen un impacto positivo en cuanto a la disminución de la sintomatología, la lesión por resonancia magnética demuestra que el problema no se disminuye en absoluto, e incluso incrementa con el paso del tiempo (Yao et al., 2020).

La propuesta de este trabajo es ir hacia las causas de los problemas, para lo cual se sugiere probar con el tratamiento de las desalineaciones biomecánicas que terminan por causar estrés mecánico en las articulaciones implicadas,

y a partir de esto, prevenir o incluso disminuir la lesión.

En cuanto a cómo proceder al tratamiento de estas desalineaciones, se propone utilizar la metodología de Cadenas Musculares GDS, la cuál considera que la psico comportamentalidad de la persona es la causante de las desalineaciones mencionadas, y por consiguiente se requiere el apoyo por el parte de un psicólogo profesional para tratar con las actitudes que se encuentren fijadas en la personalidad al grado de causar estos desvalances físicos.

De igual manera se requiere el apoyo de un ortopedista para la generación de plantillas ortopédicas, ya que aún bajo esta metodología no todas las desalineaciones son tratables, ya que existen situaciones congénitas que requieren un tratamiento particular, en el cuál el ortopedista será de vital importancia.

Si bien para la metodología de Cadenas Musculares solo se requiere la colaboración de estas tres áreas de la salud (fisioterapia, psicología y ortopedia), en este trabajo se sugiere un equipo más completo, el cuál será mencionado a continuación.

## 4. Equipo multidisciplinar

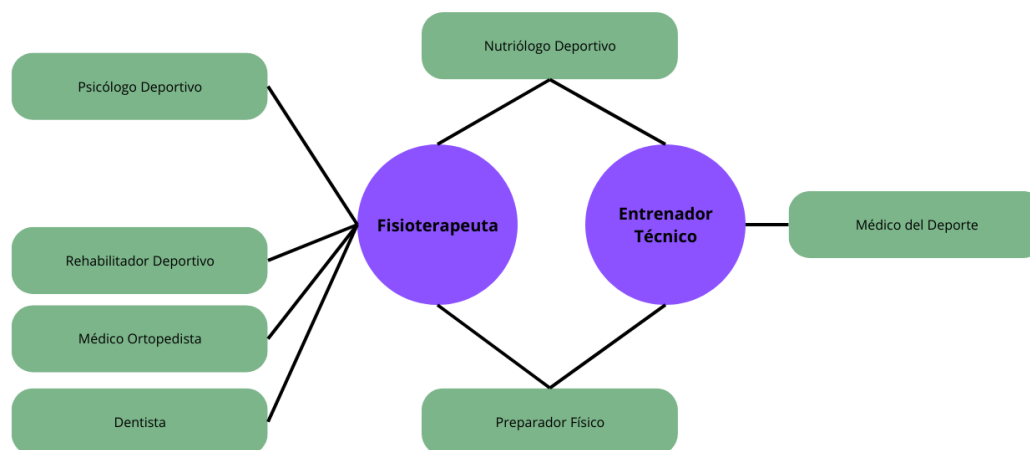


Figura 6: Diagrama de relación del equipo multidisciplinar

En el diagrama se representa la relación que se propone para llevar a cabo el equipo multidisciplinar propuesto. Las líneas representan la conexión entre cada uno de los integrantes, los círculos representan a los profesionales que serían requeridos en todo momento, dado que requieren conocer el expediente completo de los atletas, mientras que los rectángulos representan a los profesionales que serán solicitados solo bajo consulta, con la posible excepción del preparador físico que sería decisión del entrenador técnico si se requiere de tiempo completo o no.

A continuación se mencionan cada uno de los integrantes del equipo, así como el papel que desarrollarían en la prevención de lesiones.

### 4.1. Entrenador técnico

Profesional encargado de planificar y dirigir sesiones de entrenamiento, instruir y motivar a atletas o equipos para mejorar su rendimiento deportivo y alcanzar objetivos competitivos.

El entrenador técnico es en si el contacto más directo con el atleta en cuanto al rendimiento deportivo, debe mantenerse alerta para señales de fatiga de cualquier índole y reportar las anomalías observadas al fisioterapeuta. Es relevante que tome en cuenta las recomendaciones del fisioterapeuta para la elaboración de sus planes de trabajo.

En cuanto al rendimiento deportivo, será de relevancia que se le informen las métricas obtenidas y deseadas para mejorar los marcadores bajo las recomendaciones del médico del deporte.

## **4.2. Médico del deporte**

Se centra en la prevención, diagnóstico y tratamiento de lesiones deportivas. Optimiza el rendimiento físico y promueve la recuperación, colaborando con entrenadores, fisioterapeutas y nutriólogos para mejorar la salud y el rendimiento de los atletas.

El médico del deporte deberá ser el primer contacto cuando aparece una lesión o patología por parte del atleta, de igual forma tiene preparación en rendimiento deportivo y deberá apoyar al entrenador técnico para mejorar los el desempeño del deportista.

## **4.3. Fisioterapeuta**

Profesional que ayuda a restaurar el movimiento y la función de los pacientes mediante ejercicios, masajes y otras técnicas terapéuticas. Trabaja con pacientes lesionados o con discapacidades.

Será el encargado de cuidar la integridad física del atleta, y en el programa recomendado en el trabajo, será también quien realice la evaluación biomecánica y se le de seguimiento a la implementación del programa de alineación postural. Para este mismo trabajo deberá mantenerse en contacto con el psicólogo para comentar sobre las situaciones psico comportamentales que el atleta presente, de igual forma en caso de mostrarse alguna anomalía en la pisada o mordida será relevante mantenerse en contacto con el profesionista en cuestión.

En el caso de una lesión, no necesariamente será quien lleve a cabo el tratamiento de recuperación, pero si será de vital importancia que tenga conocimiento de cualquier lesión que aparezca para tenerlo en cuenta en el programa de realineación postural, de igual forma este profesionista sería el encargado de dar instrucciones al entrenador físico para saber qué musculatura se debe fortalecer y cuál no, siguiendo las instrucciones del médico ortopedista o médico del deporte, según se requiera.

## **4.4. Rehabilitador deportivo**

Profesional que ayuda en la reintegración deportiva de pacientes mediante ejercicios y otras técnicas terapéuticas. Trabaja con el fisioterapeuta para reincorporar al paciente después de una lesión o cirugía.

En caso de lesión este profesional sería el encargado de reincorporar al deportista de regreso una vez que el período de descanso se haya cumplido, deberá seguir instrucciones del fisioterapeuta y el médico en cuestión.

#### **4.5. Ortopedista**

El ortopedista es un médico que trata lesiones y enfermedades de huesos, articulaciones y músculos. Su trabajo se complementa con la terapia física y la rehabilitación para ayudar a los pacientes a recuperar fuerza, movilidad y funcionalidad tras lesiones o cirugías.

Su trabajo en este equipo sería el de tratar cualquier fractura que se presente, o en el caso de alguna anomalía ósea que requiera ser atendida. También es el encargado de realizar el diseño del calzado ortopédico de ser así necesario.

#### **4.6. Preparador físico**

Diseña y supervisa programas de entrenamiento físico para mejorar el rendimiento, la fuerza y la resistencia de deportistas. Su trabajo se centra en la preparación física específica, adaptada a cada disciplina deportiva.

Busca el desarrollo de musculatura específica y habilidades técnicas del deporte, esto se realiza en base a lo que el entrenador técnico requiera en base al programa de entrenamiento que este haya diseñado. Sin embargo deberá seguir instrucciones del fisioterapeuta ya que es quien indicará qué musculatura debe trabajarse y cuál no.

#### **4.7. Dentista**

Especialista que se encarga de la salud bucal, previniendo, diagnosticando y tratando problemas de dientes, encías y otras estructuras de la boca. En el ámbito deportivo, puede trabajar en la prevención de lesiones bucales.

Principalmente este profesional de la salud se asegura de mantener la salud del atleta para prevenir complicaciones. Sin embargo también apoyará en la resolución de las desalineaciones biomecánicas, ya que es quien determina si se requiere algún ajuste en la alineación en la articulación temporomandibular.

#### **4.8. Psicólogo**

Especialista que estudia y trata el comportamiento y los procesos mentales. En el deporte, ayuda a los atletas a mejorar su enfoque, motivación, manejo del estrés y rendimiento mediante técnicas de entrenamiento mental.

Desempeña también un papel de vital importancia en el ajuste de las desalineaciones corporales, ya que bajo la metodología GDS, estas desalineaciones poseen un componente físico y uno psicológico, por lo que esta última parte es lo que trataría el profesional mencionado.

También es común que los deportistas pasen por múltiples emociones a lo largo de un período competitivo, estrés, depresión, desánimo e incluso desórdenes alimenticios, y todas estas situaciones deberán ser abordadas únicamente por este profesional.

#### **4.9. Nutriólogo**

Profesional que planifica y supervisa la alimentación para mejorar la salud y el rendimiento físico. En el ámbito deportivo, diseña planes nutricionales que optimizan el rendimiento y ayudan a la recuperación de los atletas.

Todo deportista tiene requerimientos particulares y distintos a los de la población general, que de no ser cumplidos, pueden incluso generar lesiones. Es por eso que es de suma importancia que un nutriólogo se mantenga al menos mensualmente en contacto con los deportistas, tanto para hacer revisiones antropométricas como para asegurarse que no haya algún desorden alimenticio, el cuál en caso de existir, debe reportar directamente al fisioterapeuta.



## **5. El papel del Fisioterapeuta/Rehabilitador Deportivo en el equipo multidisciplinar**

Para este trabajo se plantea un papel un tanto protagónico de esta profesión para el cuidado de la salud de un deportista. Dado que el equipo propuesto es un tanto amplio, y difícilmente se tiene el presupuesto para mantener a un equipo de salud tan amplio (y el equipo requerido), lo más eficiente sería que el Fisioterapeuta llevara un control de todo lo referente a lo clínico, como si un director de orquesta se tratara.

Si bien el Entrenador técnico mantendría un trato más directo y en mayor cantidad temporal, muchas veces los entrenadores no tienen las herramientas de conocimiento para tratar conocer la terminología médica utilizada.

Además, al realizar un análisis postural, en automático se requerirá la atención de los profesionales de las múltiples disciplinas, además de que con este mismo análisis se encontrarán una serie de predisposiciones a patologías que sería importante conocer, tanto para realizar ajustes en caso de ser necesario, como para ayudar en el tratamiento de ser posible.

## 6. Conclusión

La forma en que se han tratado el cuerpo y sus lesiones hasta ahora, ha resultado ser una metodología poco eficiente, por lo que es de relevancia comenzar a adquirir una visión del cuerpo como un todo, tanto la parte física como la parte mental.

En cuanto al tema de salud, se requiere un cambio en el paradigma de cuidar las enfermedades, es decir, tratar una lesión o una patología hasta que esta aparece, es relevante comenzar a cuidar la salud mientras aún se tiene, ya que cuando se pierde, recuperarla es complicado, y en algunos casos imposible.

## 7. Anexo

A continuación se presenta un caso clínico real para ilustrar de manera general cómo prevenir lesiones o incluso abordar las ya existentes con la metodología GDL. Con este ejemplo se busca ejemplificar la realización del análisis postural, un programa de ejercicios implementado y los resultados obtenidos.

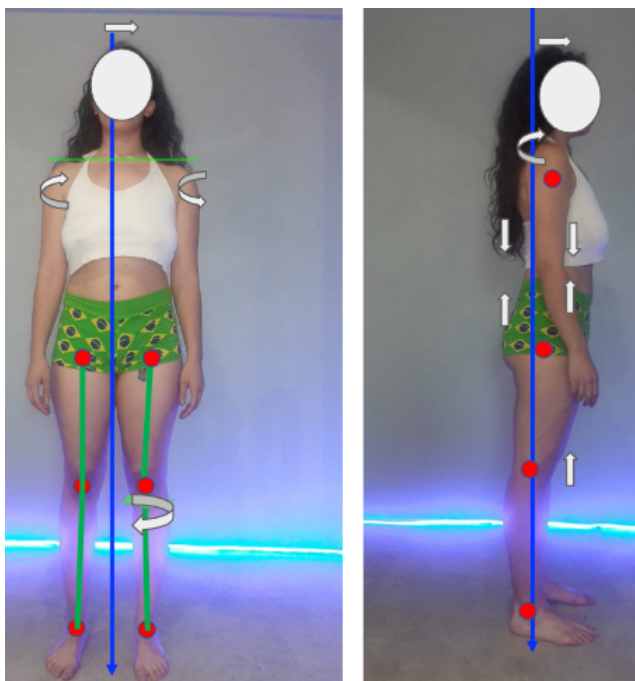


Figura 7: Fotografías de la paciente realizadas en la primer consulta.

La paciente es de sexo femenino, con 26 años de edad, bailarina y maestra de diversos tipos de artes escénicas, por lo que trabaja exhaustivamente con su cuerpo. Acude a consulta por un dolor de cuello, mencionando la intensidad 9 de 10, ya que le impedía incluso girar la cabeza. Al preguntarse por lesiones previas, menciona que durante sus actividades, en 3 ocasiones presentó displasia rotuliana (desplazamiento anormal de la rótula), generando un fuerte dolor, pero que al consultar con el ortopedista, se le mencionó que la radiografía no presentaba ninguna alteración en el surco troclear, por lo que se puede descartar esta causa.

Si bien la prioridad para este caso debe ser el cuello, para la metodología GDL se requiere tratar desde la globalidad, por lo que se analizan las desalineaciones biomecánicas de todo el cuerpo, y a partir de esto se genera el programa de ejercicios de corrección postural, aunque sí se toma en cuenta

la molestia del cuello para dar énfasis en esta zona.

En la Figura 7 se observan fotografías de la paciente de frente y de lado con varios señalamientos. Las líneas azúles trazan la línea de plomada, que señala los puntos en que debería centrarse el cuerpo, los puntos rojos señalan el lugar donde se encuentran las articulaciones que generan el centro de gravedad, mientras que las flechas blancas señalan las principales desalineaciones biomecánicas observadas. Para mencionar el análisis realizado, se mencionan la derecha e izquierda desde la perspectiva del paciente.

En la fotografía de la Izquierda de la Figura 7, que muestra a la paciente de frente, se observan pocas desalineaciones; un ligero desplazamiento del tronco hacia la izquierda, una disimetría en la altura de los hombros (hombro izquierdo más abajo que el derecho), una distinción en las rotaciones de los brazos (uno se encuentra más rotado externamente que el otro), y la pierna izquierda con una ligera rotación interna. Las líneas verdes de las piernas son para medir genu varo y genu valgo, que en este caso no se presentan.

En la fotografía de la derecha de la Figura 7, que muestra a la paciente en perspectiva lateral, se observan bastantes desalineaciones más. Analizado desde la perspectiva superior, se observa el centro de gravedad adelantado, elevación y rotación externa en el hombro derecho, así como un desplazamiento anterior de su articulación, las flechas encontradas a nivel del torso señalan una aparente lordosis excesiva y un aplnamiento en el vientre, la articulación de la cadera ligeramente desplazada anteriormente, y en extremidad inferior un recurvatum en las rodillas (hiperextensión).

Partiendo de este análisis, se asume que la displacia rotuliana es causada por un exceso de tono en los cuádriceps, los cuáles se encuentran hipertónicos al intentar generar flexión para impedir un colapso de la rodilla, y el dolor de cuello se asocia con los músculos paravertebrales que impiden un desplome del peso anterior, de igual forma el trapecio pudiera estar generando dolor, ya que se observa una disimetría.

## 7.1. Desalineaciones y lesiones

Las desalineaciones que se presentan en este caso, se consideran riesgosas ya que a causa de la tensión muscular excesiva, se genera una compresión articular, y a la larga esto genera desgaste. A continuación se mencionarán las dealineaciones preciamente mencionadas y su relación con las lesiones a largo plazo.

La rotación interna de rodilla, que en este caso es causada por los músculos semitendinoso y semimembranoso de acuerdo al método GDS, generan una compresión princíalmente en la articulación de la cadera, ya que al existir una rotación permanente en la pierna izquierda, la cabeza del fémur genera

una fuerza de tensión constante sobre el acetábulo, que si bien esta tensión es irrelevante a pequeña escala, cuando se mantiene en el tiempo comienza a deteriorar el cartílago, generando desgaste articular, y en ocasiones, distensiones en los tendones que se relacionan con esta articulación.

La lordosis excesiva, además de generar dolores en la zona lumbar, genera compresión en las articulaciones interapofisarias de la columna vertebral, las cuáles con el tiempo generan desgaste por consiguiente artrosis. Esta tensión de la columna es aún más problemática ya que se presenta todo el tiempo, no solo en la marcha como ocurre con la cadera.

La anteriorización de la cadera y el recurvatum de rodillas se mencionarán juntas ya que se encuentran directamente relacionadas. El recurvatum en este caso, se genera para compensar la anteriorización del cuerpo, lo cuál a su vez genera una tensión excesiva en el cuádriceps y en los ligamentos de la rodilla para intentar limitar el recurvatum. Las tensiones en ligamentos, suelen ocasionar roturas de ligamentos, mientras que la tensión de los cuádriceps puede causar condromalacia rotuliana (ya que el recto femoral se acorta como medida de contensión), displacia rotuliana (por exceso de tono del vasto externo intentando rotar externamente) o incluso artrosis de rodilla (por la compresión de la rótula causada por el exceso de tono de los cuádriceps).

## **7.2. Determinación de la cadena dominante**

Aplicando la metodología GDS, se correlacionan las desalineaciones presentadas con las establecidas para cada cadena, que en esta ocasión se determina que el caso corresponda a la cadena de antepulsión, en la cuál se encuentran los músculos presentados en la Figura 8.

Cuando una cadena se encuentra demasiado dominante, esto implica que los músculos que se le asocian generan más fuerza de la que deberían, y esto genera desequilibrios característicos, que a su vez genera dolor a causa de contracturas en los músculos que se oponen a la hipertonía de los músculos de la cadena dominante.

Para este caso, antepulsión se asocia con dolores en los músculos del cuello, ya que los músculos frontales se contracturan en búsqueda de contrarrestar la tensión generada por los paravertebrales y el trapecio, los músculos abductores de las piernas se contracturan debido a la hiperprogramación de los músculos glúteos mayores, semitendinoso y semimembranoso, y se suele presentar dolor en rodilla por la tensión que genera el cuádriceps para contrarrestar el exceso de fuerza generado por los músculos sóleos y poplíteos.

Al preguntar a la paciente sobre esta sintomatología, da una respuesta positiva a todas, e incluso menciona calambres en los sóleos, por lo que, por protocolo de la metodología se corrobora que el análisis es correcto y se

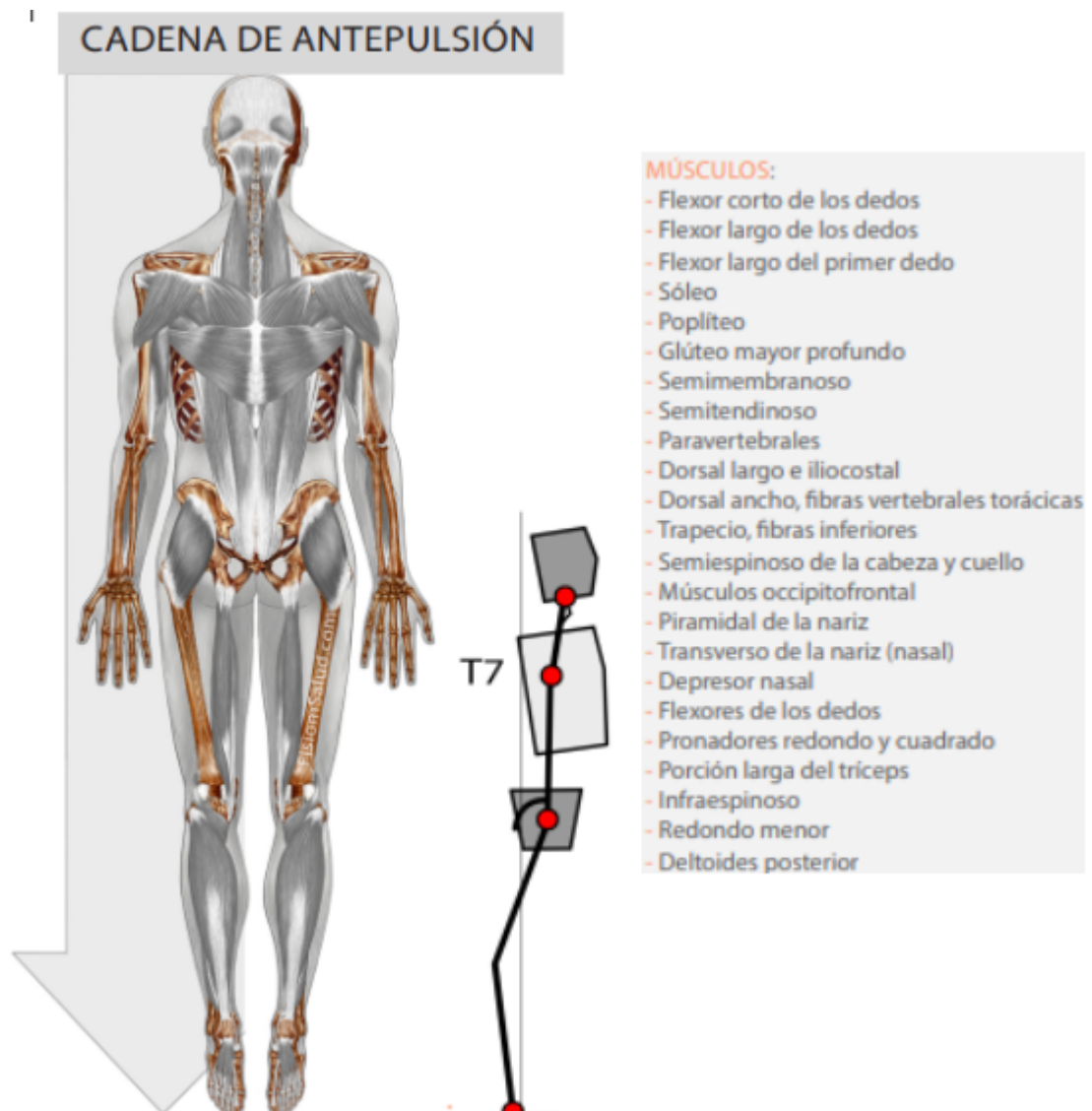


Figura 8: Músculos pertenecientes a la cadena de antepulsión

procede a generar el programa de corrección postural.

Para asegurarse de un correcto diagnóstico, es necesario realizar una exploración palpatoria para comprobar la hipertonía de los músculos señalados dado que las cadenas suelen presentarse mezcladas en la mayoría de las ocasiones. Una vez establecidos los músculos que bloquean al cuerpo en la desalineación, se procede a realizar el programa para la relajar los músculos en cuestión.

Cabe mencionar que otra característica de esta cadena es la rectificación cervical, por lo que se le solicitó a la paciente tomarse una radiografía cervical lateral para confirmar esto, y efectivamente apareció en la radiografía una rectificación.

### **7.3. Generación del programa para la corrección de desalineaciones**

Esta metodología, propone liberar los tejidos con estiramientos suaves, sostenidos durante más de un minuto cada uno, dado que busca actuar no solamente sobre el músculo, sino también sobre la fascia y el sistema nervioso, por lo cuál deben acompañarse por respiraciones relajadas y conscientes.

Para este caso se asignaron los ejercicios ilustrados en la Figura ??, los cuáles se explican en consulta para evitar ejecuciones erróneas, de igual forma se requiere una instrucción directa hacia el paciente para cuidar que no se presente dolor en ningún ejercicio, ya que eso genera una alerta al sistema nervioso, y esto a su vez una tensión muscular.

Estos ejercicios se sugiere ejecutarlos diariamente, pero con 3 frecuencias a la semana se suelen lograr los resultados esperados, y la duración total de los ejercicios diseñados con la intención de no exceder los 20 minutos (aunque el tiempo puede ser modificado de ser requerido). Al cumplirse el plazo de un mes, se realiza de nuevo el análisis postural para observar avances, preguntar al paciente cómo se ha sentido, y ajustar la rutina de ejercicios para abordar las necesidades específicas de las estructuras que sigan desequilibradas.

### **7.4. Segundo análisis**

A continuación, en la Figura 10, se observa la misma paciente pero un mes después de haber llevado a cabo la ejecución del programa de ejercicios diseñado para la corrección postural.

En la fotografía frontal no se observan cambios significativos, aunque la única desalineación que se presenta y puede generar tensiones indeseadas es la rotación interna de la pierna izquierda, sin embargo esta desalineación pudiera deberse a una compensación en esta extremidad debido a una caída en



Figura 9: Ejercicios establecidos para la corrección postural de la paciente



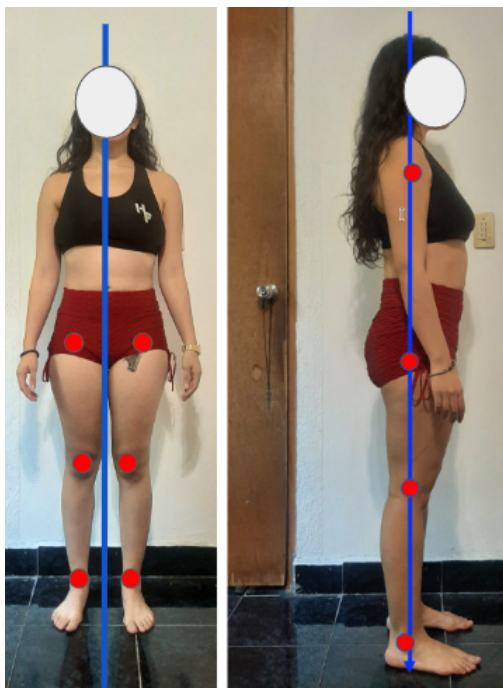


Figura 10: Fotografías de la paciente un mes después de la primer consulta

el arco plantar, por lo cuál se le sugirió una interconsulta con un ortopedista para que revisara la pisada.

Otros puntos menos relevante, pero visible en la vista fronal, es una aparente disminución en el desequilibrio de los hombros, y en esta ocasión los brazos se encuentran casi presentando la misma rotación en los brazos.

Para la fotografía lateral, que es donde más desalineaciones se presentaban, podemos ver como primera impresión un cambio en el centro de gravedad, en esta ocasión las articulaciones se encuentran casi completamente alineadas con la línea de plomada. Se puede observar también la desaparición del recurvatum de la rodilla, una disminución en la curvatura de la zona lumbar, el abdomen más relajado y una disminución en el flexum de los brazos.

Al preguntar a la paciente cómo se sentía en esta segunda consulta, mencionó que efectivamente el dolor de cuello había desaparecido, y que el chasquido de la articulación temporomandibular, que ella consideraba normal, había desaparecido. Por lo que no solo se logró disminuir el dolor de la paciente en cuestión, sino que se previnieron los problemas asociados a las desalineaciones biomecánicas que presentaba en un principio. Igualmente se sugirió en este caso continuar con la corrección postural con un nuevo programa, y la interconsulta.

## Referencias

- Barreras, M. (2016). “Dolor lumbar en corredores”. es. En: *Medi Graphic*.
- Caselli, A. (1997). “Lower Extremity Injuries At the New York City Marathon”. en. En: *Journal of the American Podiatric Medical Association*.
- Ceyssens, Linde et al. (26 de abr. de 2019). “Biomechanical Risk Factors Associated with Running-Related Injuries: A Systematic Review”. en. En: *Sports Medicine* 49.7, págs. 1095-1115. ISSN: 0112-1642. DOI: 10.1007/s40279-019-01110-z. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-019-01110-z>.
- Chorley, Joseph N. et al. (ene. de 2002). “Baseline Injury Risk Factors for Runners Starting a Marathon Training Program”. en. En: *Clinical Journal of Sport Medicine* 12.1, págs. 18-23. ISSN: 1050-642X. DOI: 10.1097/00042752-200201000-00007. URL: <http://dx.doi.org/10.1097/00042752-200201000-00007>.
- Esparza Ontiveros, Miguel (2022). “Notas para la historia de los deportes en Jalisco: el caso de la carrera de las Crucitas, 1971–2020”. En: *Letras Históricas* 25. ISSN: 2007-1140. DOI: 10.31836/lh.25.7319. URL: <http://dx.doi.org/10.31836/lh.25.7319>.
- Franke, T. (2019). “Running Themselves Into the Ground? Incidence, Prevalence, and Impact of Injury and Illness in Runners Preparing for a Half or Full Marathon”. en. En: *journal of orthopaedic & sports physical therapy*.
- Hofstede, H. et al. (ene. de 2020). “In training for a marathon: Runners and running-related injury prevention”. en. En: *Physical Therapy in Sport* 41, págs. 80-86. ISSN: 1466-853X. DOI: 10.1016/j.ptsp.2019.11.006. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.11.006>.
- Hsu, Chia-Li et al. (3 de nov. de 2020). “Common Running Musculoskeletal Injuries and Associated Factors among Recreational Gorge Marathon Runners: An Investigation from 2013 to 2018 Taroko Gorge Marathons”. en. En: *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17.21, pág. 8101. ISSN: 1660-4601. DOI: 10.3390/ijerph17218101. URL: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17218101>.
- Kelly, Melani R. et al. (16 de oct. de 2023). “Gastrointestinal cell injury and perceived symptoms after running the Boston Marathon”. En: *Frontiers in Physiology* 14. ISSN: 1664-042X. DOI: 10.3389/fphys.2023.1268306. URL: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2023.1268306>.
- Küster, Michael et al. (2013). “Consumption of analgesics before a marathon and the incidence of cardiovascular, gastrointestinal and renal problems: a cohort study”. en. En: *BMJ Open* 3.4, e002090. ISSN: 2044-6055. DOI: 10.1136/bmjopen-2012-002090. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2012-002090>.

- M, Fredericson (2007). "Epidemiology and Aetiology of Marathon Running Injuries". en. En: *Sports Med.*
- McGrath, Todd Michael, Mark Alan Fontana y Brett Gregory Toresdahl (mar. de 2024). "Injury patterns and healthcare utilisation by runners of the New York City Marathon". en. En: *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 10.1, e001766. ISSN: 2055-7647. DOI: 10.1136/bmjsem-2023-001766. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2023-001766>.
- Mielgo-Ayuso, Juan et al. (25 de ene. de 2020). "Exercise-Induced Muscle Damage and Cardiac Stress During a Marathon Could be Associated with Dietary Intake During the Week Before the Race". en. En: *Nutrients* 12.2, pág. 316. ISSN: 2072-6643. DOI: 10.3390/nu12020316. URL: <http://dx.doi.org/10.3390/nu12020316>.
- Nguyen, Richard B., Andrew M. Milsten y Jeremy T. Cushman (dic. de 2008). "Injury Patterns and Levels of Care at a Marathon". en. En: *Pre-hospital and Disaster Medicine* 23.6, págs. 519-525. ISSN: 1049-023X. DOI: 10.1017/s1049023x0000635x. URL: <http://dx.doi.org/10.1017/S1049023X0000635X>.
- Pannone, Eve y Rebecca Abbott (feb. de 2024). "What is known about the health effects of non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) use in marathon and ultraendurance running: a scoping review". en. En: *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 10.1, e001846. ISSN: 2055-7647. DOI: 10.1136/bmjsem-2023-001846. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2023-001846>.
- Poppel, D. van et al. (28 de feb. de 2015). "Risk factors for lower extremity injuries among half marathon and marathon runners of the Eindhoven 2012: A prospective cohort study in the Netherlands". en. En: *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 26.2, págs. 226-234. ISSN: 0905-7188. DOI: 10.1111/sms.12424. URL: <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12424>.
- Powers, C. (2007). "Biomechanical Factors Contributing to Marathon Race Success". en. En: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
- Powers, Christopher M. (feb. de 2010). "The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective". en. En: *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 40.2, págs. 42-51. ISSN: 0190-6011. DOI: 10.2519/jospt.2010.3337. URL: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>.
- Ramírez, R. (2024). "Lesión renal rápidamente progresiva como presentación de necrosis tubular aguda de origen incierto en un maratonista". es. En: *Fundación Clínica Médica Sur*.
- Rivera Abrego, Anyeli Mariel, Daira Yasiel Prado Guevara y Joel Méndez Giraldo (2024). "Lesiones musculoesqueléticas asociadas a entrenamiento

- en corredores de maratón y media maratón”. es. En: *Universidad Especializada de las Américas*. DOI: 10.57819/DGF7-TH24. URL: <https://revistas.udelas.ac.pa/index.php/redes/article/view/redes16-2>.
- Shamah-Levy, Teresa et al. (14 de jun. de 2023). “Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. Ensanut Continua 2020-2022”. En: *Salud Pública de México* 65, s218-s224. ISSN: 1606-7916. DOI: 10.21149/14762. URL: <http://dx.doi.org/10.21149/14762>.
- Toresdahl, Brett G. et al. (23 de oct. de 2019). “A Randomized Study of a Strength Training Program to Prevent Injuries in Runners of the New York City Marathon”. en. En: *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* 12.1, págs. 74-79. ISSN: 1941-7381. DOI: 10.1177/1941738119877180. URL: <http://dx.doi.org/10.1177/1941738119877180>.
- Van Middelkoop, M. et al. (6 de jun. de 2007). “Prevalence and incidence of lower extremity injuries in male marathon runners”. en. En: *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 18.2, págs. 140-144. ISSN: 0905-7188. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2007.00683.x. URL: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00683.x>.
- Vannatta, C. Nathan, Becky L. Heinert y Thomas W. Kernozek (mayo de 2020). “Biomechanical risk factors for running-related injury differ by sample population: A systematic review and meta-analysis”. en. En: *Clinical Biomechanics* 75, pág. 104991. ISSN: 0268-0033. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2020.104991. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.104991>.
- Williams, K. (2007). “Biomechanical Factors Contributing to Marathon Race Success”. en. En: *Sports Med.*
- Worp, Maarten P. van der et al. (23 de feb. de 2015). “Injuries in Runners; A Systematic Review on Risk Factors and Sex Differences”. en. En: *PLOS ONE* 10.2. Ed. por Amir A. Zadpoor, e0114937. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0114937. URL: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>.
- Yao, Wanzhen et al. (6 de jul. de 2020). “MRI features of and factors related to ankle injuries in asymptomatic amateur marathon runners”. en. En: *Skeletal Radiology* 50.1, págs. 87-95. ISSN: 0364-2348. DOI: 10.1007/s00256-020-03530-9. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s00256-020-03530-9>.