



**Universidad
del Gran Rosario**

RESUMEN DE INVESTIGACIÓN

Proyectos de Investigación y Desarrollo - PID

Título de la investigación

Análisis de la marcha en postquirúrgico de ligamento cruzado anterior.
Detección de alteraciones hasta los 5 meses post-quirúrgicos

Nº Resol. Rectoral de Acreditación del Proyecto: 241/2022 - 084/2023

Fecha de Ejecución: 26/05/2022 - 26/09/24

Director/Coordinador del proyecto: Beribe Raul

ORCID del director/coordinador del proyecto: -

Integrantes: Beribé Raúl, Mildenberger Clarisa, Nardin Lisandro, Savá Matías, Capozza Ricardo, Sanz Miguel, Aloni Lautaro, Sola Brenda.

Mail de contacto director/coordinador: rberibe@ugr.edu.ar

Institución: Universidad del Gran Rosario (UGR)

Resumen del proyecto

Introducción: Se han encontrado alteraciones en la cinemática de la marcha y la carrera hasta incluso 3 y 5 o 6 años posteriores a la cirugía, respectivamente.[1,2] Los criterios objetivos de retorno al deporte tienen el potencial de proporcionar información a los profesionales de la salud para determinar cuándo estos atletas vuelven a la actividad, y ayudar así en la prescripción de la rehabilitación para abordar la asimetría de movimiento subyacente. Coincidiendo con algunos autores, es importante incluir una evaluación de las posibles asimetrías luego de una cirugía de reconstrucción de LCA en la decisión del alta para progresar en la rehabilitación y el retorno al deporte.[1,3]

La fotogrametría es una técnica que permite el análisis del movimiento a través del estudio de las imágenes o fotogramas procedentes de una o varias grabaciones de video.[4] Este método ha demostrado validez, confiabilidad, accesibilidad y Kinovea, siendo un software "open-source" (abierto), es una herramienta fácil de usar, portátil, gratuita y que no requiere de experiencia previa del operador para obtener datos precisos y confiables.[5]

Objetivo general: Evaluar y analizar la cinemática de la marcha en pacientes operados de LCA, comparando la pierna operada, pierna no operada de cada paciente y participantes casos controles.

Específicos: Cuantificar el ángulo de flexión de la rodilla durante la fase de apoyo, para cada grupo; comparar los ángulos y tiempos de contacto entre los distintos grupos de análisis; relacionar el ángulo de flexión de rodilla durante la fase de apoyo y el déficit de extensión; determinar si la variación de la velocidad influye sobre el resto de los parámetros evaluados en la marcha; determinar la confiabilidad del análisis realizado, utilizando la comparación inter-evaluador.

Desarrollo: Se realizó un estudio de tipo exploratorio-descriptivo observacional y longitudinal, realizando mediciones en las semanas 8, 12, 16 y 20 luego de la cirugía; los casos controles se evaluaron en una única vez. La muestra para el grupo de análisis fue conformada por 17 hombres y 4 mujeres de entre 19 y 48 años que fueron

intervenidos de LCA en un sanatorio de cercanía a los investigadores, sin reparaciones ni reconstrucciones asociadas y que luego hicieron su rehabilitación durante el periodo mayo 2022 a junio 2024. La muestra para el grupo control fue conformada por igual cantidad de hombres y mujeres, emparejados por talla y peso con el grupo de análisis.

Todos los evaluados firmaron un Consentimiento Informado previo a la primera evaluación (8 semanas luego de la cirugía).

Primero se realizó un registro de datos demográficos. En segundo lugar, se realizó la medición del déficit de extensión (DefExt) de manera estática, en decúbito prono con una regla en "L" (Prohab, ER100).[6]

Finalizado esto, se filmó la marcha sobre cinta de caminar, previa entrada en calor en bicicleta fija según protocolo. Para el registro de video, se utilizó una cámara de celular inteligente (Xiaomi MiLite 9), filmando a 120 cuadros por segundo. Se realizó la filmación de al menos 7 pasos de cada perfil, acordado según la confiabilidad obtenida por Dingenen et al.[7]

Por último, el análisis de los videos fue procesado en el software Kinovea (versión 9.5) por dos evaluadores para luego calcular la confiabilidad (ICC). Se contabilizaron los tiempos de apoyo con la cinta en cada paso de la pierna operada y no operada (Apo_Op y Apo_NOp, respectivamente) y realizaron mediciones de los ángulos de flexión de rodilla de ambas extremidades en cada fase de la marcha: contacto inicial (CI), apoyo medio (AM) y apoyo tardío (AT). Todos estos datos fueron cargados en una planilla de Microsoft Excel 2010, en donde se calcularon las medias y desvíos estándares de 7 pasos para cada extremidad. Este procedimiento fue realizado de igual manera para los pacientes operados (pierna operada y no operada) y para los controles (pierna derecha e izquierda).

Se realizaron los procedimientos estadísticos correspondientes para obtener los resultados.

Resultados obtenidos: Durante la primera evaluación, se observaron diferencias significativas en el ángulo de flexión de rodilla para CI, AM y AT entre la pierna operada y no operada. En la segunda y tercera evaluación, se estabilizó la variable AM, persistiendo diferencias significativas entre CI y AT.

En la cuarta evaluación se estabilizó el ángulo de flexión de rodilla entre ambas extremidades para el CI y el AM; sin embargo, persistió una diferencia significativa ($p=0,027$) en el AT. Esto indica que a las 8 semanas, los ángulos de la rodilla medidos durante los distintos momentos de la fase de apoyo, se ven alterados en su totalidad, reflejando alteraciones biomecánicas de la marcha. Durante la segunda y tercera evaluación, persistieron diferencias significativas en el AM, que se estabilizó hacia la última evaluación. Esto sugiere que las diferencias en el ángulo de rodilla durante el AM, instancia del apoyo total de la planta del pie en el piso, persisten hasta las 16 semanas en la extremidad operada con respecto al grupo control y se estabiliza sobre las 20 semanas, sin diferencias significativas e incluso logrando los mismos ángulos entre una extremidad y la otra (simetría). Por último, para la variable AT, se encontraron diferencias significativas en las cuatro evaluaciones realizadas, demostrando que la variable AT es la que más tiempo tarda en recuperarse, persistiendo diferencias significativas aún a las 20 semanas, aunque estos ángulos tienden a simetrizarse con el tiempo. Se encontraron diferencias para los controles y el Apo_Op y Apo_NOp en las tres primeras evaluaciones (ANOVA). La evaluación de la relación entre la Vel y el DefExt de la rodilla en pacientes operados, comparados con un grupo control, mediante análisis de covarianza (ANCOVA), indicó diferencias significativas en la Vel entre los grupos operados y el grupo control después de controlar por el DefExt.

Discusión: Con estos resultados, podría pensarse que la extremidad operada tiene efectos sobre la extremidad no operada, lo cual no permite establecer diferencias entre

una y otra, pero sí de estos pacientes con respecto al grupo control. No se han encontrado trabajos que evalúen los tiempos de apoyo y/o balanceo en la marcha en pacientes post-quirúrgicos de LCA pero se ha observado que los tiempos de contacto se reducen cuando la velocidad aumenta, siendo mayor el porcentaje del ciclo de marcha correspondiente a la fase de balanceo.[8] En los pacientes operados se han encontrado valores de apoyo

(Mediana, no se reportaron medias) similares a los encontrados por otros autores: 826,73 ms y 725,22 ms para las velocidades de 4 y 5 km/h, respectivamente.[8] Para el caso de los controles, la mediana es similar a la medida para la velocidad de 5 km/h de los autores mencionados.

La flexión de la rodilla es el segundo y mayor mecanismo de absorción del impacto. Durante el apoyo medio inicial, el control de la pierna se reduce al cuádriceps y la pantorrilla; al inicio del apoyo final, la pierna solo requiere control desde la pantorrilla.[9] A las 8 semanas luego de la cirugía, se encontraron mayores grados de flexión de rodilla en la extremidad operada en el CI, AM y AT, normalizándose a partir de la segunda evaluación el CI y el AM. En relación al AT, estos valores se mantuvieron con diferencias entre pierna Op y NOp hasta la tercera evaluación, normalizándose hacia las 20 semanas.

Estos resultados no coinciden con los valores reportados por Kaur et. al, que no han encontrado diferencias en los grados de flexión de rodilla entre los pacientes con reconstrucción y los controles; sin embargo, al comparar el lado operado vs el no operado, estos autores encontraron menores grados de flexión durante la marcha en la rodilla operada.[1]

Otra compensación que se ha observado es una flexión de rodilla en exceso durante la fase de AM. Esta adaptación específica no se ha descrito previamente en deportistas con reconstrucción del LCA, pero puede ser otra manifestación de los patrones aberrantes de carga de la extremidad contralateral adoptados por algunos pacientes después de la cirugía.[3] En el seguimiento del presente trabajo, el AM se normalizó hacia la segunda evaluación (12 semanas), en relación a la pierna no operada y a los controles.

Según Davis-Wilson, la biomecánica de la marcha se encuentra alterada de manera bilateral luego de una reconstrucción de LCA. Estas diferencias entre la extremidad operada y su contralateral aumentan entre los 6 y 12 meses.[10] Nuestros resultados demuestran que los valores de Apo y de ángulos de flexión de rodilla se normalizan hacia el quinto mes luego de la cirugía. No es posible concluir sobre modificaciones biomecánicas posteriores a este tiempo. En relación al DefExt y la Vel, los hallazgos subrayan la importancia de la evaluación continua de la recuperación funcional post-operatoria y sugieren que vigilar el DefExt en la modulación de la velocidad de marcha puede ser una herramienta valiosa para la evaluación de la recuperación funcional post-quirúrgica.

Conclusión: A conocimiento de los autores, este es el primer trabajo que analiza la cinemática de la marcha a partir de fotogrametría, obteniendo valores de referencia de nuestro entorno y con herramientas de bajo costo. De este modo, esta metodología aporta un criterio objetivo más a médicos cirujanos, siendo un dato clave a considerar a la hora de autorizar la carrera en la rehabilitación de pacientes post-quirúrgicos de LCA.

Palabras claves: LCA, biomecánica, marcha, fotogrametría, cinemática