

Análisis de las alteraciones biomecánicas en el síndrome de dolor femoropatelar con Kinemov/IBV: A propósito de un caso

David Guerrero Ramos, Salvador Pitarch Corresa,
María José Vivas Broseta, Marina Vidal Pedros,
Ignacio Bermejo Bosch

Instituto de Biomecánica (IBV). Universitat
Politécnica de València. Edificio 9C. Camino de Vera
s/n. (46022) Valencia. España

El síndrome de dolor femoropatelar es una de las causas más comunes de dolor en la rodilla. El análisis biomecánico proporciona información clave para la prescripción del ejercicio terapéutico porque las pruebas actuales, tanto diagnóstica como funcionales, no aportan información suficientemente específica y fiable. El *software* Kinemov/IBV permite un análisis biomecánico de forma ágil, rápida y objetiva frente a tecnologías estándar que resultan complejas y tediosas. Dicho análisis biomecánico ha permitido evidenciar los déficits de cada articulación y crear un programa individualizado de ejercicio terapéutico.



INTRODUCCIÓN

El síndrome de dolor femoropatelar* es una de las causas más comunes de dolor en la rodilla que se encuentran los diferentes profesionales de la salud en su día a día. Afecta a personas de todas las edades y niveles de actividad física, llegando a tener una prevalencia del 20-25% en población activa, con una mayor afectación en mujeres, adolescentes y corredores recreacionales.

El origen es complejo y depende de múltiples factores. La hipótesis más común del desarrollo de esta problemática es de origen biomecánico. Algunas de las causas identificadas son: aumentar la carga de la articulación patelofemoral, un mal seguimiento de la rótula, una cinética y cinemática articular alterada o desequilibrios musculares, contribuyendo a un aumento de la tensión de la articulación y provocando dolor detrás o alrededor de la rótula.

Existen evidencias de que el síndrome de dolor femoropatelar repercute en la capacidad funcional de quien la sufre. Estudios previos muestran una menor flexión dorsal de tobillo y una mayor pronación a medida que el dolor se va incrementando cuando soportan su propio peso corporal al realizar dichos ejercicios [1]. Con respecto a la rodilla, se observan una flexión de rodilla reducida al realizar gestos funcionales unilaterales [2, 3] y una mayor rotación externa

en la rodilla en corredores con esta sintomatología con respecto a corredores sanos [4].

Por este motivo, para diagnosticar, rehabilitar o proponer cualquier intervención asociada en esta patología, es interesante disponer de una valoración biomecánica inicial. Esto permite poder identificar variables cinéticas y cinemáticas de los diferentes segmentos articulares que se puedan ver afectados. De esta forma, obtendremos datos cuantificables, valorando así la capacidad funcional y los déficits asociados a sus dolencias.

Actualmente, destaca la preocupación de médicos e investigadores sobre los factores asociados en personas con esta patología en relación al diagnóstico y la fiabilidad de las mediciones en pruebas funcionales que puedan detectar diferencias cinemáticas y cinéticas [5]. Además, la exploración física y la imagen médica no aportan la información suficiente para la toma de decisiones en los pacientes con este síndrome.

Ante esta situación, el objetivo del presente estudio es identificar las diferencias biomecánicas entre el lado afecto y el sano en un paciente con dolor femoropatelar para orientar el ejercicio terapéutico hacia los déficits del sujeto.

* El síndrome de dolor femoropatelar es el dolor en la parte delantera de la rodilla.



MATERIAL Y MÉTODOS

A propósito de un caso

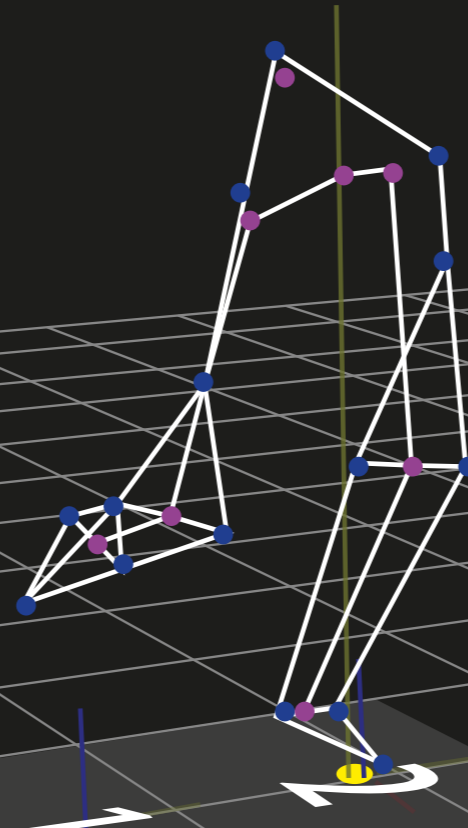
Hombre de veintiocho años refiere dolor unilateral en la zona anterior de su rodilla derecha al realizar gestos donde carga en flexión su rodilla. Su punto de máximo dolor se produce al subir y bajar escaleras. Se realizó dos pruebas funcionales en el Laboratorio de Movimientos Humanos del Instituto de Biomecánica (IBV) con el objetivo de cuantificar con variables biomecánicas el dolor que remite en su pierna afecta con respecto a su pierna sana. Estas variables le servirán tanto a su fisioterapeuta como a su preparador físico para obtener información clave para poder crear, de forma individualizada, un programa de ejercicio terapéutico.

Método de estudio

Protocolo de evaluación

Las evaluaciones clínicas en el síndrome de dolor femoropatelar incluyen movimientos funcionales para identificar la localización del dolor y actividades que incrementan sus síntomas. Se han elegido dos test funcionales: Single Squat Leg (SLS) y Forward Step Down (FSD), por aumentar la carga en la rodilla de forma unilateral, adecuándose a los síntomas de dolor que refiere el paciente. La valoración fue realizada por un fisioterapeuta y tardó 30 minutos en finalizar el protocolo.

El SLS consistió en dos repeticiones de sentadilla unilateral con cada pierna, realizando el gesto en el rango máximo que podía el paciente sin despegar el talón del suelo.





El test FSD consistió en bajar un escalón desde una altura de veinte centímetros. La posición inicial era un apoyo unipodal con las manos en la cadera. Después de una indicación verbal, el paciente dio un paso adelante e inmediatamente volvió a la posición inicial, realizándose durante tres ciclos, estando en todo momento en posición unilateral.

Tecnología para el análisis biomecánico

Para el registro se utilizó la aplicación de Kinemov/IBV (Figura 1), un sistema de análisis de movimiento con múltiples modelos biomecánicos para elegir. Se integra con pla-

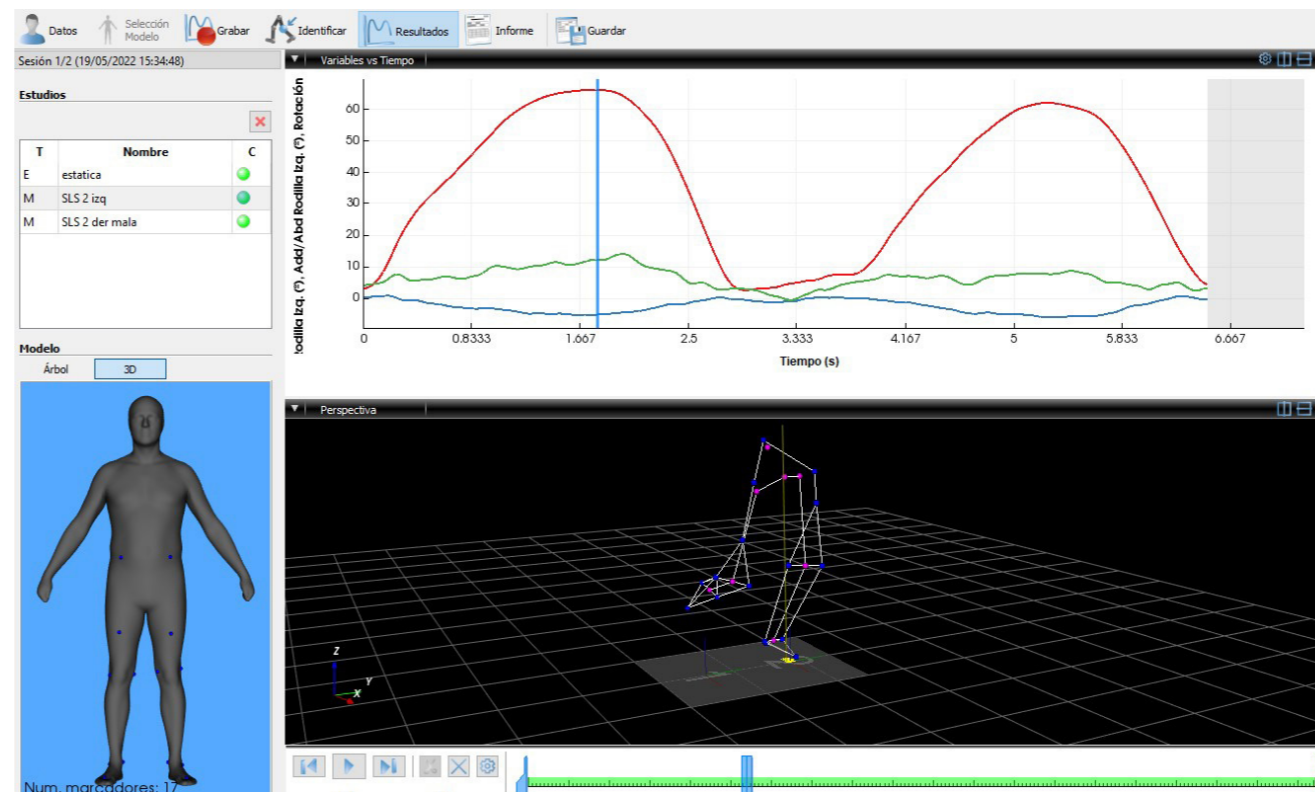
taformas de fuerzas, sistema de electromiografía, sensores inerciales y sistemas de fotogrametría.

Como se muestra en el apartado de resultados, el sistema permite elegir múltiples variables de estudio y combinarlas en diferentes tipos de gráficos y tablas para facilitar el análisis e interpretación de las pruebas de valoración biomecánica.

Para el presente estudio, se utilizó un modelo predefinido de miembro inferior bilateral con diecisiete marcadores para comparar el miembro afecto con respecto al sano.

Figura 1

Ejemplo de presentación de resultados del *software* Kinemov/IBV. En el lado izquierdo se muestra el modelo biomecánico utilizado; en el lado derecho se muestra una gráfica que representa el movimiento en los tres ejes de coordenadas de la rodilla y una animación correspondiente durante el movimiento analizado, un *Squat Single Leg* con pierna sana.





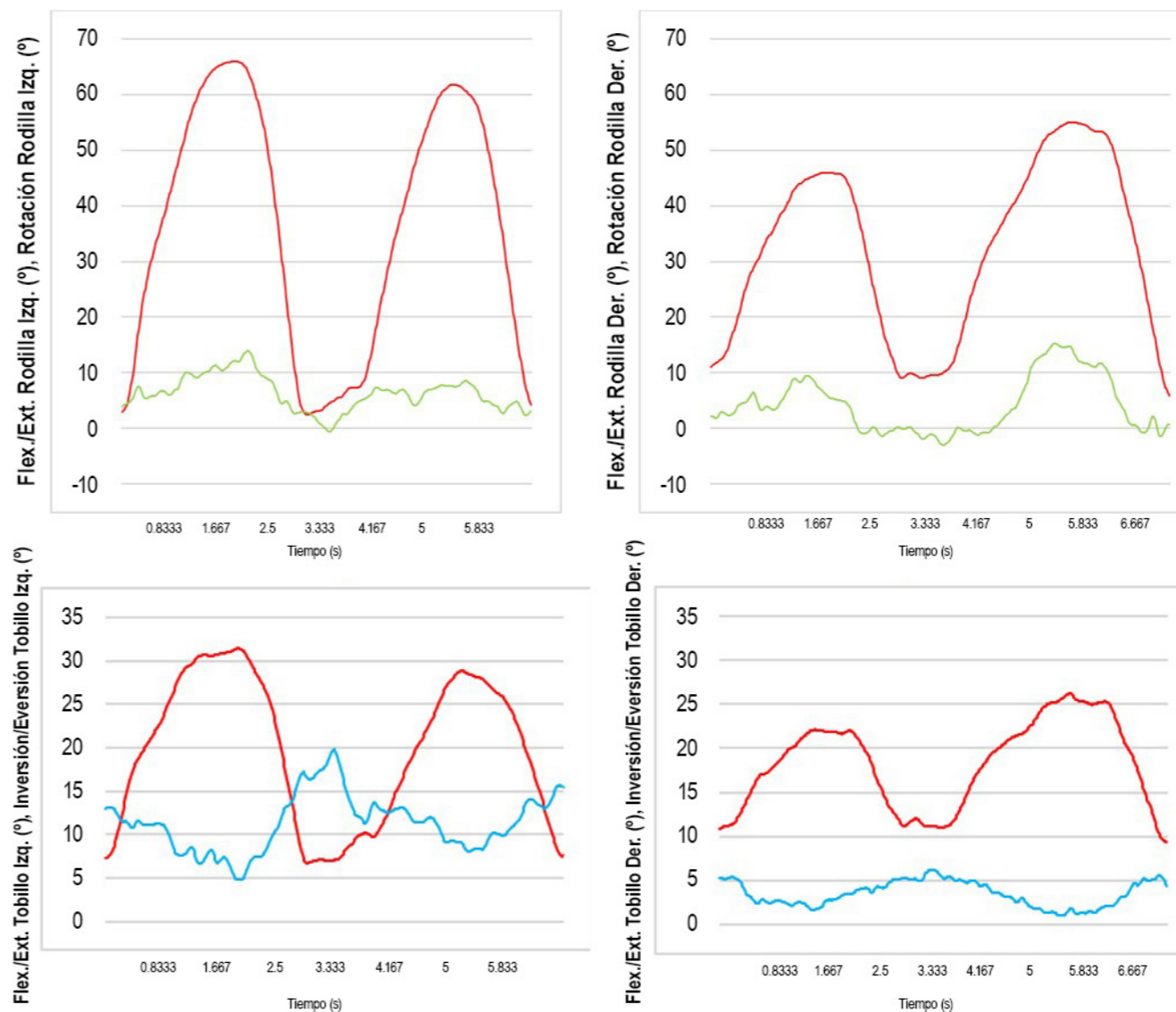
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la prueba de SLS, se puede observar como con su pierna afecta, el paciente tiene menor rango de flexión y mayor rotación externa en su rodilla (Figura 2). En su tobillo, se observa una menor flexión dorsal y una mayor eversión de su pie, mientras que en su pierna sana tiene una mayor

flexión dorsal y su pie se encuentra en inversión. Se puede observar también que, cuando realiza un esfuerzo mayor en su segunda repetición, la rodilla afecta tiende a realizar una mayor rotación externa (Figura 2) y eversión excesiva con el pie (Figura 2).

Figura 2

Representación gráfica del rango articular con respecto al tiempo al realizar dos repeticiones de *Single Leg Squat*. Izquierda: Pierna sana. Derecha: Pierna afecta. (Rojo: Flexión/extensión. Verde: Rotación interna/externa. Azul: Inversión/eversión). **Superior:** Rango de movimiento en el plano sagital y transversal de la rodilla. **Inferior:** Rango de movimiento en el plano sagital y frontal del tobillo.





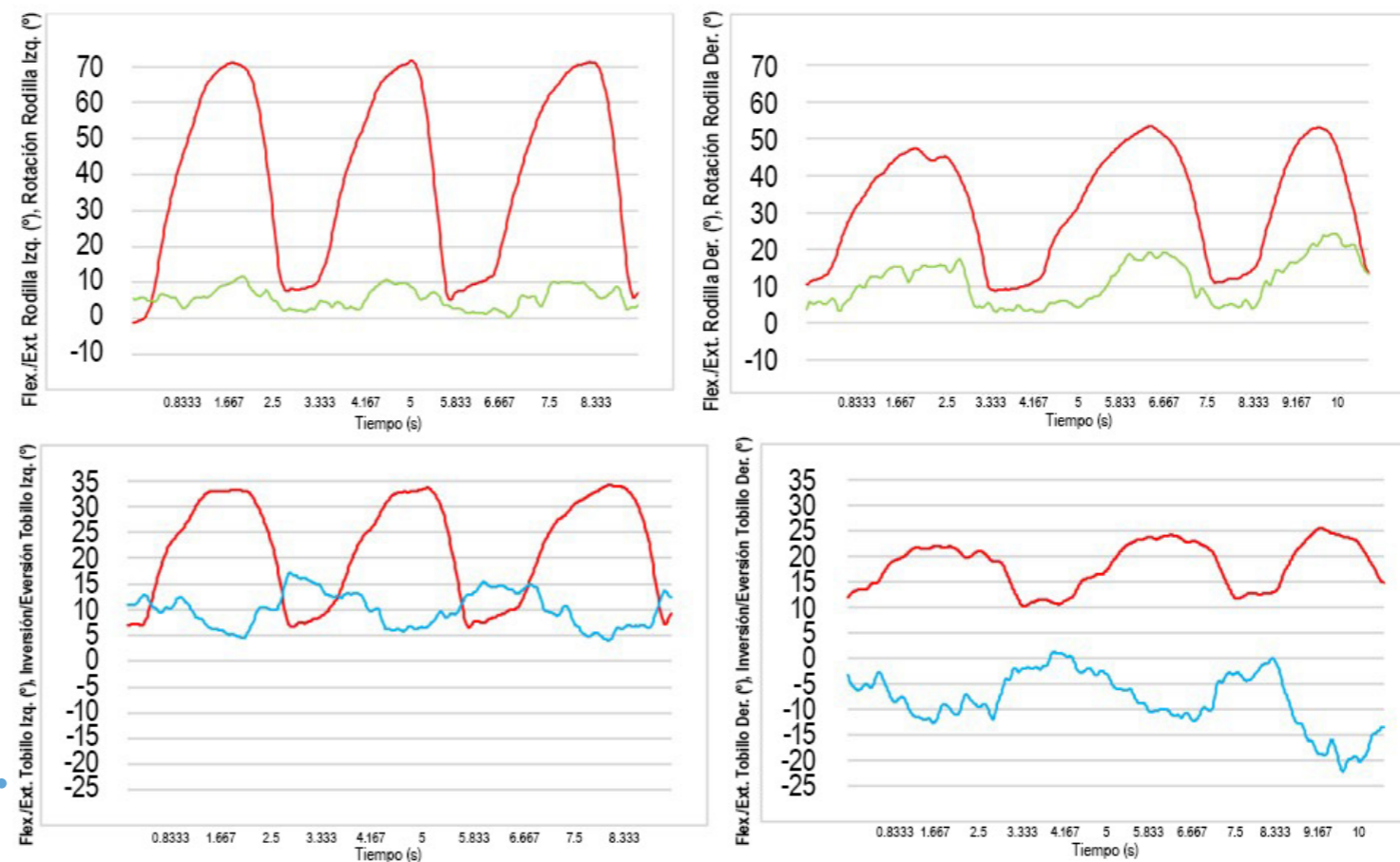
Con respecto al test FSD, el paciente tiene las mismas alteraciones que al realizar el SLS, obteniendo una diferencia clara entre miembro sano y afecto, dando como resultado una mayor flexión de la rodilla en la pierna sana, y una mayor rotación externa en su pierna afectada (Figura 3).

En su tobillo, se observa que tiene un menor rango de flexión dorsal en la pierna afectada, y una eversión excesiva al realizar la bajada de escalón. Además, su pie sano tiende a estar en inversión, y el pie afecto en eversión, produciéndose una tasa de pronación al realizar el gesto mucho mayor en la pierna afectada (Figura 3).

Como observamos con el *software* Kinemov/IBV y las pruebas funcionales realizadas, la pierna que tiene afectada por esta patología resulta tener alteraciones biomecánicas con respecto a la pierna sana. Se obtiene un menor rango de flexión en la rodilla, al igual que los estudios de Seeley *et al.* (2021) y Dos Reis *et al.* (2015), y menor flexión dorsal en su tobillo afecto, como muestra el estudio de Tan *et al.* (2020). También obtenemos una mayor rotación externa de la rodilla, como en los resultados de Wirtz *et al.* (2012), y una mayor eversión del tobillo cuando el sujeto realiza gestos unilaterales, como sucede en el estudio de Tan *et*

Figura 3

Representación gráfica del rango articular con respecto al tiempo al realizar dos repeticiones de *Forward Step Down*. Izquierda: Pierna sana. Derecha: Pierna afectada. (Rojo: Flexión/extension. Verde: Rotación interna/externa. Azul: Inversión/eversión). **Superior:** Rango de movimiento en el plano sagital y transversal de la rodilla. **Inferior:** Rango de movimiento en el plano sagital y frontal del tobillo.





al. (2020). Estas alteraciones biomecánicas pueden generar el dolor que tiene el paciente en su rodilla.

Estas variables ofrecieron una valiosa información a los profesionales que llevaron a cabo su recuperación funcional. Todo programa de ejercicio terapéutico tiene como objetivo desarrollar una tolerancia a la carga por parte del tendón sin provocar mayor daño en su estructura.

Esto ayudó a los profesionales a redirigir su tratamiento y poder individualizarlo. Al tener dolor, sabían que lo primero era controlar el manejo de las cargas y modular el dolor, por lo que siguieron las recomendaciones de la evidencia científica actual, realizando una planificación con ejercicios isométricos y excéntricos del cuádriceps para aumentar la

fuerza y la flexibilidad de la articulación de la rodilla del paciente.

A partir de los datos obtenidos con Kinemov/IBV, reorientaron de dos formas su protocolo a corto plazo. Su primer objetivo cambió radicalmente hacia una corrección del patrón potencialmente lesivo que se produce al cargar peso sobre la pierna afecta, subsanando el valgo dinámico de rodilla. Se reorientó el tratamiento hacia un fortalecimiento del glúteo medio y un programa propioceptivo específico de la rodilla y del tobillo. El segundo objetivo fue igualar el rango de movimiento con respecto a su pierna sana en el plano sagital. Para ello, se incluyeron como ejercicios adicionales los que anteriormente tenían en mente utilizar como principales, utilizándolos según la tolerancia y dolor del paciente.





CONCLUSIONES

Tras la realización de este caso clínico observamos que:

- Las alteraciones biomecánicas encontradas en este paciente han sido de gran utilidad para individualizar un programa de rehabilitación basado en ejercicio terapéutico.
- La aplicación informática Kinemov/IBV es una buena herramienta para tomar mejores decisiones en el ámbito clínico. □

Referencias

- [1] Tan, J. M., Crossley, K. M., Munteanu, S. E., Collins, N. J., Hart, H. F., Donnar, J. W., ... & Menz, H. B. (2020). Associations of foot and ankle characteristics with knee symptoms and function in individuals with patellofemoral osteoarthritis. *Journal of foot and ankle research*, 13(1), 1-10.
- [2] Seeley, M. K., Denning, W. M., Park, J., Croft, K., Horton, W. Z., & Hopkins, J. T. (2021). Anterior knee pain independently alters landing and jumping biomechanics. *Clinical Biomechanics*, 89, 105458.
- [3] Dos Reis, A. C., Correa, J. C. F., Bley, A. S., Rabelo, N. D. D. A., Fukuda, T. Y., & Lucareli, P. R. G. (2015). Kinematic and kinetic analysis of the single-leg triple hop test in women with and without patellofemoral pain. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 45(10), 799-807.
- [4] Wirtz, A. D., Willson, J. D., Kernozek, T. W., & Hong, D. A. (2012). Patellofemoral joint stress during running in females with and without patellofemoral pain. *The Knee*, 19(5), 703-708.
- [5] Leibbrandt, D, Louw, Q. Assessing biomechanics and associated factors in individuals with patellofemoral pain in a clinical setting: A qualitative study based on interviews with expert clinicians. *Knee*. 2022 Jan;34:178-186. doi: 10.1016/j.knee.2021.11.015. Epub 2021 Dec 18. PMID: 34933238.