

## LA BIOMECANICA EN LA PREVENCION DE LESIONES DEPORTIVAS

Por: Magíster Lessby Gómez Salazar\*

### ABSTRACT

One of the objectives of Sports biomechanics is the prevention of sports injuries, acting especially on understanding the mechanisms by which the damage occurred in a specific tissue. From this perspective, the analysis of the lesion should be done from two different but complementary angles: Firstly, the biomechanics can establish what are the conditions of the tissue involved in the incident, which are determined by their composition, shape, length, orientation, among others, as well as the presence of concomitant risk factors that can affect quality, such as age, gender, anatomical and morphological variables among others. Moreover, there are a number of conditions or external factors that determine the cause and the severity of an injury. These include the type of force applied, the number of charge cycles, the energy of the same, and the use of protective elements, among others.

The role of biomechanics is then to make a proper assessment of these factors to provide feedback to the coach and the interdisciplinary team, to take the necessary corrective measures to prevent further injury, or if this has not yet occurred, allowing proactive decisions that benefit the athlete.

### RESUMEN

La biomecánica deportiva tiene como uno de sus principales objetivos la prevención de lesiones deportivas, actuando especialmente en la comprensión de los mecanismos por los cuales ocurrió el daño en un tejido específico. Desde esta perspectiva, el análisis de la lesión debe hacerse desde dos ángulos diferentes y complementarios: Por un lado, la biomecánica permite establecer cuáles son las condiciones del tejido involucrado en el suceso, que están determinadas por su composición, forma, longitud, orientación, entre otros, así como con la presencia de factores de riesgo concomitantes que pueden afectar la calidad del mismo, como la edad, el sexo, las variables anatómicas y morfológicas entre otras. Por otro lado, existen una serie de condicionantes o factores externos que determinan la causa como la severidad de una lesión. Entre ellos se pueden mencionar el tipo de fuerza aplicada, el número de ciclos de carga, la energía de la misma, así como el uso de adecuados elementos deportivos y de protección, entre otros.

El rol del biomecánico consiste entonces, en realizar una adecuada valoración de estos factores para retroalimentar al entrenador y al equipo interdisciplinario, a fin de que se puedan tomar

las medidas correctivas necesarias, para evitar nuevas lesiones, o en el caso de que esta aún no haya ocurrido, permita la toma de decisiones proactivas que beneficien al deportista.

**PALABRAS CLAVE:** Biomecánica, Deporte, Lesiones

## INTRODUCCION

Las lesiones deportivas son consideradas a nivel mundial un serio problema de salud pública, que afecta no solo a talentosas figuras, sino también a un grueso número de deportistas recreacionales, generando un alto costo no solo en gastos derivados del tratamiento y la rehabilitación, sino también un elevado costo social atribuido a los cambios en la calidad de vida que frecuentemente se ven asociados. A manera de ilustración, en solo Estados Unidos se reportaron a los servicios de urgencias en entre el año 1990 y 2003, 1.6 millones de lesiones pediátricas, asociadas a la práctica deportiva (LEININGER, KNOX, 2007)

Esta realidad evidencia la necesidad de desarrollar acciones preventivas que contribuyan a disminuir el impacto ocasionado por las lesiones en todas las áreas deportivas y es allí donde la biomecánica juega un papel imprescindible, dado que aporta elementos precisos y objetivos para el entendimiento de la lesión y sus causas desde la perspectiva mecánica, siendo esta una pieza clave para cualquier programa de prevención. La biomecánica deportiva tiene como objetivos la prevención de las lesiones actuando sobre el individuo, el medio o los elementos deportiva (AGUADO, 1993)

Para entender la causa de una lesión desde la perspectiva biomecánica, se puede considerar que su etiología depende de dos grupos de factores; unos internos que obedecen esencialmente a las características propias del tejido donde se presenta la lesión y que pueden afectarse por la presencia de otros agentes de riesgo como la edad, el género, las características anatómicas y antropométricas, el entrenamiento previo y todos aquellos elementos que de una u otra manera determinan la condición física del individuo, y por otro lado los factores externos que dependen de los fenómenos físicos que ocurren en el momento de la lesión. De acuerdo a esta clasificación, una lesión puede generarse a causa de una alteración en el condicionante interno, aún cuando las cargas que se manejen sean las habituales, o caso contrario, cuando las exigencias externas son tan grandes que sobrepasan la resistencia de un material, así este se encuentre en excelentes condiciones. También es posible que la lesión sea el resultado de los dos factores, interno y externo.

## FACTORES INTERNOS

Como se mencionó previamente, el condicionante interno está asociado a las características del material (tejido) que es sometido a cargas durante cualquier movimiento, llámese este una ejecución deportiva, una actividad laboral o cualquier gesto de la vida diaria. Sin embargo, el porqué a pesar de que dos personas puedan estar sometidas a la misma carga, una se lesiona y otra no, depende de las condiciones individuales del tejido, presentes en su composición, forma, dimensiones y la presencia de fallas que van a establecer las diferencias en la resistencia del material a los cargas aplicadas. (RADIN, 1989)

Para ilustrar estos conceptos tomemos el ejemplo de la rodilla, considerada la zona con mayor prevalencia de lesión en el deporte, según un estudio realizado en 38 países, durante 5 años en 70 deportes, afectando tanto a deportes individuales como colectivos donde la rodilla es fuertemente exigida, como en el caso de fútbol, levantamiento de pesas, atletismo, voleibol, tenis, entre otros. (FONG y col 2007)

En la rodilla, se encuentran diversos tipos de materiales: hueso, ligamentos, cartílagos, tendones y músculos, cada uno de ellos con composiciones diferentes en su matriz extracelular, que le confieren diferentes propiedades mecánicas. Así por ejemplo en el hueso, una alta proporción de colágeno con una baja proporción de elastina, unido a una alta presencia de material inorgánico, es lo que confiere al material su rigidez, pero al mismo tiempo le brinda el suficiente margen de elasticidad, para soportar en mayor medida cargas compresivas. El ligamento, cuya función mecánica es unir las estructuras óseas posee una composición (50% Agua, 50% colágeno y elastina) que lo hace altamente distensible, pero lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas que tienden que llevan a un valgo o un varo de la rodilla, como en el caso de los ligamentos colaterales, así como las fuerzas que tienden a desplazar la tibia anterior o posteriormente con respecto al fémur en el caso de los ligamentos Cruzado anterior y posterior. Por su parte el tejido cartilaginoso que incluye tanto al que cubre la superficie articular y los meniscos, es un tejido que posee una alta presencia de proteoglicanos que al ser hidrófilos, le confieren al material la posibilidad de servir como amortiguador, debido a que su alto contenido de agua, le permite absorber energía durante los impactos, ayudado por la forma de malla que presenta el colágeno en su interior. (NORDIN,2004)

Como se aprecia de ese delicado equilibrio entre composición, forma y función, cualquier alteración a los mismos, aumenta la posibilidad de lesión en un tejido. Factores como la edad y el sedentarismo, modifican la relación colágeno –elastina, a la vez que disminuyen la presencia de proteoglicanos, lo que reduce la presencia de agua en los tejidos volviéndolo más rígido y con ello más propenso a una lesión. La presencia de daños previos (lesiones anteriores), así como cambios en la estructura del material (ej. Osteoporosis), también modifican las propiedades mecánicas del mismo, haciéndolo más frágil en este caso. Este fenómeno de modificación del tejido ante las cargas que es conocido como anisotropía, también puede verse en sentido positivo, dado que es a través de él como se explica que un tejido que continuamente es sometido a cargas adecuadas (entrenamiento), sufre procesos de modificación que lo hacen más resistente.

Las variables anatómicas y antropométricas también pueden afectar la resistencia de un material. Diversos estudios han demostrado que las diferencias estructurales como por ejemplo la pelvis más ancha, un mayor ángulo Q o la mayor distensibilidad en los tejidos de las mujeres con respecto a los hombres, conllevan un mayor nivel de riesgo de lesión de rodilla, que se manifiestan en una mayor frecuencia de lesiones patelofemorales, fracturas tibiales por estrés, entre otras. Así mismo, las discrepancias como las asimetrías en longitud de extremidades, alteraciones en el AMA, generan una mayor concentración de esfuerzos en zonas específicas, haciéndolas más susceptibles al daño. (MIRALLES, MIRALLES 2006)

La valoración a los factores internos, pueden realizarse en laboratorios específicos de biomecánica de materiales, pero es posible una aproximación por medio de pruebas diagnósticas que den cuenta de la integridad de los tejidos y las condiciones físicas como flexibilidad, fuerza, simetría, postura, entre otras.

## CONDICIONANTES EXTERNOS

Son numerosos los factores externos que desde la perspectiva biomecánica, pueden ser considerados como causales de lesión. Uno de ellos está relacionado con el tipo de fuerza al que es sometido un tejido específico. Estas fuerzas pueden ser de tipo compresivo, que tienden a acercar los segmentos, fuerzas de tracción que tiende a separarlos, fuerzas de torsión, que generan rotación y de cizallamiento o de esfuerzo cortante frente a los cuales los tejidos son más lábiles. Continuamente el cuerpo se encuentra sometido a estas fuerzas, más no por ello ocasionan alguna lesión. Sin embargo, esto puede cambiar en dependencia de donde se apliquen, como se apliquen y la cantidad de energía presentes en ellas. Por ejemplo, la lesión denominada “triada triste” o daño simultáneo de los ligamentos colateral, cruzado y el menisco, ocurre cuando la rodilla es sometida simultáneamente a todos los tipos de fuerza previamente mencionados, con tanta energía que el material no es capaz de soportar la carga aplicada, se sobrepasa su límite de resistencia, llevándolo al fracaso. Este mecanismo de lesión es frecuente en deportes de contacto, donde la agresividad del juego o la energía con la que este se desarrolla ocasionan este traumatismo. Pero si al factor de riesgo externo, se asocia una predisposición como las mencionadas en los condicionantes internos, la posibilidad de lesión aumenta drásticamente. La utilización de implementos como plataformas de fuerza, acelerómetros, simulación a partir de la dinámica inversa, permite al biomecánico, tener una idea más clara de los fenómenos que ocurrieron en una lesión.

Un mecanismo importante de mencionar, consiste en la forma como se ejecuta el gesto deportivo. Si bien es cierto que cada deporte lleva implícito un riesgo, debido a que generalmente los movimientos que se exigen sobrepasan las exigencias habituales del cuerpo humano, frecuentemente con el propósito de alcanzar el objetivo se descuida la técnica, apareciendo una serie de movimientos accesorios, que aumentan el riesgo de lesión. La biomecánica permite valorar dichos riesgos, a través de estudios cualitativos y cuantitativos, a la ejecución del gesto. Ejemplo de ello, son las alteraciones dinámicas, presentes en los levantadores de pesas, a las cuales se les ha hecho seguimiento en nuestro laboratorio y en la que se han detectado, inclinaciones, rotaciones de tronco, genu varo o valgo, entre otras, que aumentan la probabilidad de lesión. (GOMEZ, LENIS, VILLALBA 2007)

El ciclo de aplicación de la carga y el tiempo de la misma, también es un factor mecánico importante de evaluar. Las lesiones denominadas por sobreuso como es el caso de las tendinitis, bursitis, fracturas por estrés y la misma artrosis mecánica, son consideradas las de mayor prevalencia en el deporte y se ocasionan por la sumatoria de esfuerzos que van disminuyendo la capacidad de resistencia de un material. Estos esfuerzos pueden ser medidos mediante el uso de tecnología empleada en laboratorios de biomecánica.

El daño que puede presentarse en una estructura puede ser evitado o disminuido por el uso de adecuados elementos deportivos y de protección personal. En estos aspectos, el biomecánico de acuerdo a las valoraciones realizadas del gesto y condicionantes internos, aporta al diseño de materiales más eficientes, al tiempo que examina la calidad y el cumplimiento de las funciones específicas de protección, para lo cual fue diseñado el elemento deportivo. Como ejemplo se mencionan los estudios biomecánicos que han demostrado la efectividad de vendajes funcionales para la estabilización articular (AGUADO, 2007) o aquellos en los que se valora la efectividad del calzado deportivo (FONG D., HONG Y, LI J. 2007)

## CONCLUSIONES

En el amplio panorama que representan las lesiones y sus causas, la valoración biomecánica es una herramienta indispensable para disminuir los riesgos anteriormente mencionados. Una adecuada valoración al deportista, debe incluir el análisis a los condicionantes internos y externos que pueden ser causa de lesión. En el siguiente cuadro se presenta una propuesta integral de valoración biomecánica, orientada a la detección de riesgos de lesión.

VALORACION BIOMECANICA ORIENTADA A LA PREVENCION DE LESIONES	
FACTORES INTERNOS	Valoración de la Integridad de los tejidos osteomusculares
	Valoración de factores concomitantes: movilidad articular, postura, antropometría, fuerza, flexibilidad, simetría
FACTORES EXTERNOS	Valoración de los procesos de entrenamiento con el propósito de determinar la carga aplicada ( forma y cantidad)
	Valoración del gesto técnico (cualitativa y cuantitativamente) que permita la detección de aspectos críticos en la ejecución del gesto
	Valoración de los elementos de protección personal utilizados por el deportista
OTROS	Seguimiento a las medidas correctivas y de rehabilitación

(Gómez 2009)

A partir de la información recolectada, el entrenador y el equipo, pueden de manera objetiva determinar un plan de trabajo orientado a la prevención de futuras lesiones.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUADO X.(1993). Eficacia y técnica deportiva.Barcelona : Ed. INDE
- AGUADO X.(2007) Kinematics of ankle taping after a training sessions.*Int J Sports Med.*28: 1-7
- AHONEN, J., LATINEEN, T., & SANDSTROM, M. (2001). *Kinesiología y biomecánica aplicada a la actividad física*. Barcelona: 233.
- DONSKOI, D. (1982). Biomecánica con fundamentos de la técnica deportiva. La Habana: Pueblo y Educación.
- DOPICO CALVO, J. (1999). Estudio sobre la relación entre la alteralidad morfológica y la lateralidad funcional en la ejecución de habilidades específicas en Judo. Barcelona, España.

- FONG D Y COL (2007) A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*,37(1):73-94
- FONG D., HONG Y., LI J. (2007) Cushioning and lateral stability functions of cloth sport shoes.
- GOMEZ, L., LENIS, J., & VILLALBA, A. (2007). Determinación de factores de riesgo posturales y de la ejecución técnica para lesiones de tronco y miembro inferior en levantadores de pesas participantes de los XVII Juegos Deportivos Nacionales. *Educación Física y Deporte* , 61-69.
- GROSSER, M. (1991). El movimiento deportivo . Bases anatómicas y biomecánicas. Barcelona: Martinez Roca.
- KENDALL, F. (2000). Músculos , pruebas funciones y dolor postural. Madrid: Marban.
- KNAPIK, J., & BARMAN, L. Preseasons strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am J Sports Med* , 19, 76 - 81.
- KNUDSON, G. (2005). Anatomic and functional leg -length inequality: A review and recommendation for clinical decision - making . *Chiropr Osteopat* , 13 - 11.
- LEININGER R.,KNOX C.(2006) Epidemiology of 1,6 million pediatric soccer-related injuries presenting to US emergency Departments from 1990 to 2003.*Am J Sports Med* , 35:2, 288-293
- LUN, V. (2004). Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *Br J Sports Med* , 576 - 580.
- MORENO DE LA FUENTE, J. L. (2003). *Podología General y Biomecánica*. Barcelona: Masson.
- MIRALLES R., MIRALLES I (2006). Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor. Barcelona. Ed:Masson
- NADLER, S., & MALANGA, G. (2000). The relationship between lower extremity injury, low back pain and hip muscle strength in male and female collegiate athletes. *Clin J. Sports Med* , 89 -97.
- NEELY, F. (1998). Biomechanical risk factors for exercise - related lower limb injuries. *Sports Med* , 395 - 413..
- NORDIN M., FRANKEL V (2004). Biomecánica básica del sistema musculoesquelético. Madrid : Mc Graw Hill Interamericana. 3 ed.
- POLLIT, D. (2004). *Training & Conditioning*. Recuperado el 10 de 02 de 2008, de <http://www.momentummedia.com/articles/tc/tc1405/symmetry.htm>
- RADIN E., SHELDON R., ROSEN R.,PAUL I. Biomecánica práctica en Ortopedia. (1989).México: Ed. LIMUSA
- ZATSIOIRSKY V. Biomechanics in sport: Performance Enhancement and Injury Prevention (2000). Ed. Wiley-Blackwell.

\*Fisioterapeuta, Magister en Salud Ocupacional  
Aspirante a PHD en Ciencias Biomédicas  
Coordinadora del Laboratorio Integral de Análisis del Movimiento LIAM  
ESCUELA NACIONAL DEL DEPORTE, CALI, COLOMBIA