

La rodilla: una articulación que se adecúa a la geografía y el clima extremo de la montaña

Loughlin Manuel – UNLP – La Plata – e-mail: [manujolo@hotmail.com](mailto:manujolo@hotmail.com) –  
Teléfono celular: 0221 – 15 – 435 – 3885

**Palabras clave:** Anatomía – Funcionalidad – Rodilla – Actividad física.

**Resumen:** El tratamiento de la temática a desarrollar, cumple con el objetivo de revalorizar y examinar aquellos aspectos anatómicos-funcionales y biomecánicos de la articulación de la rodilla, necesarios para el correcto funcionamiento del miembro inferior en la maniobra de caminar en superficies altamente complejas, como los ascensos de montañas y el transitar por superficies heladas o nevadas con crampones.

No necesariamente hay que conocer específicamente la anatomía descriptiva de la rodilla en forma aislada, sino que, es necesario realizar un análisis de la anatomía funcional desde el movimiento para su interpretación, en relación a la estabilidad de la rodilla y a factores determinantes para realizar ascensos y descensos, caminado sobre superficies altamente inestables.

La dinámica de las articulaciones con sus rangos articulares posibles y las específicas acciones musculares desarrolladas por el miembro inferior, propician a movilizar la rodilla activamente en la ejecución de cada movimiento, siendo determinante en la transferencia del peso corporal en relación a la locomoción ya que permiten que el movimiento se produzca de una forma determinada, brindando seguridad al ascenso sobre la montaña.

**Introducción:**

Como sabemos, al caminar contribuimos de alguna manera u otra a estimular parámetros en relación a mejorar índices de nuestra salud física.

No solamente se producen mejoras fisiológicas, metabólicas en aparatos como el cardiovascular y respiratorio en relación a la optimización de los consumos, sino que también entra en juego una dinámica fundamental, que es el accionar

de todo el aparato locomotor, tanto óseo, articular, ligamentario y muscular en concordancia con acciones musculares determinadas en los ascensos y descensos de montaña. Los conceptos mencionados, nos remiten a pensar sobre lo que debemos conocer y aquello con lo que hemos de familiarizarnos respecto de los segmentos articulares y ligamentarios, más que nada sobre aquellos del miembro inferior y en éste caso particular el de la rodilla; lo que nos permitirá comprender cómo actúa la misma en relación a diferentes esfuerzos, tales como caminar por montaña, tanto en ascenso como descenso sobre hielo con crampones.

### **Superficies articulares:**

El fémur presenta en la epífisis distal, dos eminencias llamadas cóndilos, separadas por la escotadura intercondilea y en su cara anterior la tróclea femoral. La tibia en su epífisis proximal, está formada por dos tuberosidades: externa e interna, las cuales soportan las cavidades glenoideas de la tibia en su borde superior; las mismas están separadas hacia delante por la tuberosidad anterior de la tibia, la cual presta inserción hacia abajo al tendón rotuliano. La tuberosidad interna presenta: hacia atrás la inserción del tendón directo del semimembranoso y la formación de la pata de ganso. Por su parte, la tuberosidad externa ofrece por afuera y arriba la carilla articular peronea, destinada a articularse con la cabeza del pérono; hacia afuera y adelante el tubérculo de Gerdy. Sobre ambos se insertan el tibial anterior y el tensor de la fascia lata.

En la meseta tibial se distinguen tres partes; dos articulares laterales llamadas cavidades glenoideas donde se adhieren los meniscos y una media, el espacio interglenoideo con la espina de la tibia con las superficies preespinal y retroespinal que es donde se insertan los ligamentos cruzados.

Los meniscos no se adaptan a los cóndilos femorales, la concordancia se logra por la interposición de éstos entre la tibia y el fémur y sus caras inferiores están adheridas a la periferia de la cavidad glenoidea correspondiente y su cara externa adherida a la cápsula articular.

La rótula es un hueso sesamoideo desarrollado en el tendón cuadricipital y éste se encuentra situado en la parte anterior de la rodilla y posee una importancia vital en relación a los recorridos musculares que la atraviesan y se corresponde a la tróclea femoral, y dos carillas laterales cóncavas. En cuanto a su parte inferior de la cara posterior, la misma está en relación con el ligamento adiposo de la rodilla, que posee compresión en flexión. Sobre la base en su mitad anterior se fija el tendón del cuádriceps crural y hacia atrás la cápsula de la articulación. Sobre el vértice se inserta el ligamento rotuliano y en cada uno de los bordes laterales se fijan el músculo vasto y la aleta rotuliana correspondiente.

### **Medios de unión:**

Se componen por la cápsula articular y los ligamentos. La primera presenta hacia delante la superficie articular de la rótula; y se observa que en la misma dirección se inserta en el hueco supratroclear y dicha línea sigue la rampa capsular bordeando el canal laterosupracondíleo, doblándose hacia delante en la escotadura intercondílea y culmina circunscribiéndose con los ligamentos cruzados en la misma.

La inserción tibial se realiza hacia delante en el borde anterior de la superficie preespinal; pasando luego por debajo del cartílago glenoideo y hacia atrás sigue el revestimiento cartilaginoso de las cavidades glenoideas. Por su parte la inserción rotuliana bordea el cartílago de la superficie articular y la cápsula articular es delgada, salvo en la cara posterior de los cóndilos, que se encuentran cubiertos por los casquetes condíleos.

Por otro lado, se puede mencionar el ligamento lateral interno (LLI) el cual comprende dos partes, una principal entre el fémur y la tibia; y la otra accesoria por detrás de la precedente. La parte principal se inserta arriba en el vértice de la tuberosidad del cóndilo interno; y hacia abajo se adhiere mediante algunas fibras al menisco correspondiente y se fija a la tuberosidad tibial, y las demás fibras recubren el tendón reflejo del semimembranoso y se insertan en la parte superior del borde interno de la tibia.

El ligamento lateral externo (independiente de la cápsula articular) se inserta hacia arriba en la tuberosidad del cóndilo externo del fémur; desciende y se inserta en la parte anteroexterna de la extremidad superior del peroné, por delante de la apófisis estiloides.

Y entre los ligamentos antero-posteriores se incluyen los ligamentos cruzado anterior, el cual se inserta hacia abajo en la superficie preespinal de la meseta tibial y se fija sobre la mitad posterior de la cara intercondílea del cóndilo externo; el ligamento cruzado posterior nace de la superficie retroespinal por detrás de las inserciones de los fibrocartílagos externo e interno y termina en la parte anterior de la cara intercondílea del cóndilo interno y en el fondo de la escotadura intercondílea.

Los ligamentos laterales de la rodilla le brindan estabilidad transversal para mantener la articulación alineada y evitar de ésta forma posiciones en varo o en valgo, el ligamento lateral interno cumple tal función acompañado por la pata de ganso (reunión muscular de tres músculos: sartorio, recto interno y semitendinoso). El ligamento lateral externo ejecuta su estabilidad junto al tensor de la fascia lata y ambos ligamentos laterales le brindan estabilidad en la extensión de rodilla.

Los ligamentos cruzados anterior y posterior de la rodilla le van a brindar a la articulación, estabilidad en sentido anteroposterior colaborando la musculatura anterior y posterior del muslo respectivamente; siendo una función clave a la hora del ascenso y descenso de montaña. El ligamento cruzado anterior cumple la función de frenar el movimiento de extensión e hiperextensión, mientras que el cruzado posterior se tensa en la flexión de rodilla.

#### **Funcionalidad de los músculos que operan:**

El cuádriceps crural es el músculo extensor de la rodilla y es más potente que los flexores, y determina a su vez por acción del recto anterior, la flexión del muslo sobre la pelvis, al ser éste último un músculo biarticular.

Los músculos flexores primordiales en su función son los que forman la región posterior del muslo (flexores de rodilla y a su vez, extensores de cadera) y son: semitendinoso, semimembranoso y el bíceps sural.

### **Anatomía funcional de la rodilla y acciones de la pierna:**

La flexoextensión es el primer grado de libertad que se genera en el plano sagital y sobre el eje transversal, siendo el movimiento principal de la rodilla. Se alcanza la flexión de rodilla a  $140^\circ$  si la cadera está previamente flexionada y llegando a  $120^\circ$  si está extendida, en tanto en la flexión pasiva se llega a  $160^\circ$  y permite que el talón se contacte con la nalga. Con respecto a la función meniscal, durante la extensión, los mismos se desplazan hacia delante; y en la flexión hacia atrás. El segundo grado de libertad, es la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, el cual sólo se puede realizar con la rodilla flexionada, mientras que con la misma extendida el bloqueo articular une la tibia al fémur. En la rotación interna, los ligamentos cruzados limitan el movimiento, el cual justamente consiste en dirigir la punta del pie hacia dentro e interviene en gran parte en el movimiento de aducción del pie con una amplitud de  $30^\circ$ , donde se tensa el ligamento cruzado anterior y distiende el ligamento cruzado posterior; por su parte el menisco interno avanza y el externo retrocede. Y en la rotación externa, limitada por la acción de los ligamentos laterales, dirige la punta del pie hacia fuera e interviene también en el movimiento de abducción del pie con una amplitud de  $40^\circ$ ; en este caso se tensa el ligamento cruzado posterior y distiende el ligamento cruzado anterior. En este caso el menisco externo va hacia la parte anterior y el interno hacia la posterior.

### **Adecuaciones al terreno en relación a la inclinación:**

La rodilla, que trabaja permanentemente bajo compresión por acción de la gravedad, resulta ser uno de los puntos críticos al caminar sobre la geografía de montaña, superficies duras y en desnivel. Desde el punto de vista mecánico la rodilla debe poseer una gran estabilidad durante su extensión, debido a que entran en juego la composición de varias fuerzas; tales como la que imprime la gravedad, sumado al peso del propio cuerpo más la carga que representa la

mochila; y al mismo tiempo, una gran movilidad al momento de la flexión que le será necesaria para la orientación de los pies de acuerdo a las diferentes irregularidades que se presenten en los desplazamientos.

En cuanto a la inclinación del terreno, el gesto a la hora de subir depende en mayor medida de la inclinación y el largo de la zancada, lo que generará distintos grados de flexión-extensión de la rodilla. En este caso, nos encontramos con un pie adelantado y a una mayor altura que el otro fijo y en dicha posición sobre la tibia se va a asentar el fémur para luego propulsarse, permitiendo levantar todo nuestro cuerpo gracias a la contracción del cuádriceps; lo que trae aparejado el impacto de la rótula con los cóndilos, permitiendo que al momento de despegue del pie atrasado se comience a levantar el fémur; recibiendo una gran carga la articulación media del miembro inferior.

En relación al gesto en bajada, la principal determinante que nos impulsa hacia abajo es la acción de la gravedad y por lo general, hay una flexión de la rodilla de la pierna atrasada con el fin de solventar las diferencias de alturas dadas por la pendiente. En este caso el cuádriceps trabaja de forma excéntrica, ya que se contrae mientras se estira y la rótula se adosa al fémur y mientras que la pierna que se encuentra en la fase de vuelo, realiza una rápida extensión con el fin de encontrar un punto fijo de aterrizaje.

### **Moviéndonos sobre hielo o nieves eternas (glaciares):**

Pero no sólo es cuestión de desniveles y pendientes lo que repercute en la rodilla ya que, cuando nos referimos a las diferentes dificultades que nos presenta la montaña, sino que también, nos encontramos entre muchas otras variables con terrenos cubiertos de hielo o nieve, que puede presentarse de forma blanda o compacta. En este caso es imprescindible, valerse de elementos específicos para poder trasladarse de una manera más eficiente y eficaz y es por ello que en terrenos de nieves duras o glaciares se recomienda la utilización de crampones, entre los cuales encontramos una gran variedad

acorde a la actividad que se desarrolle en relación a la adaptación del miembro inferior a las irregularidades del terreno.

En relación a la inclinación del terreno y a la dureza de la nieve, será correcta la utilización de una técnica y no de otra. En el caso específico de aquellos terrenos llanos o con escasa pendiente, se utiliza la técnica de “pie plano” donde la forma de caminar es semejante al de la marcha, con la salvedad de llevar los pies ligeramente separados con el fin de no clavarse con ninguna de las puntas del pie contrario; y a su vez se debe procurar que todos los puntos del crampon estén en contacto con el hielo; es decir, que se debe caminar apoyando toda la planta del pie; lo que representa una ventaja ya que, al repartir el peso sobre todas las puntas nos otorga mayor estabilidad articular, tanto a nivel de la rodilla como el tobillo y nos genera un menor nivel de fatiga sobre la musculatura y los ligamentos propios del miembro inferior. En la medida en que el grado de inclinación aumenta hasta aproximadamente unos  $30^\circ$ , se utiliza la técnica de “pies de pato”, la cual es semejante a la anterior, pero diferenciándose en que se deben separar un poco más las puntas de los pies e incluso los talones; lo que genera una mayor abducción de los miembros inferiores respecto de la anterior y un compromiso superior sobre los vastos internos en cada paso modificando la estabilidad articular de la rodilla. En el caso que la pendiente oscile entre unos  $30^\circ$  a  $45^\circ$  se avanza en diagonal realizando zig-zag con los pies en dirección de avance. Hasta culminar en aquellas pendientes muy pronunciadas donde se utiliza en primer lugar un ascenso “de frente” a la cara de la pendiente, donde puede asemejarse al ejercicio de subir una escalera; por lo que es necesario subir con la punta de los pies. Frente a ello, podemos hacer uso de una “técnica mixta” en la cual un pie avanza de forma frontal y el otro en forma perpendicular respecto del primero; lo que nos brinda un estado de seguridad, estabilidad e incluso de relajación sobre aquella musculatura más solicitada, siendo la región anterior del muslo y la posterior de la pierna claves a la hora de la acción.

Hablando específicamente de la bajada, hay una tendencia de irse hacia delante debido a la acción de la gravedad, con lo cual entra en juego más que

nunca la acción de las rodillas, en tanto a partir de una flexión de las mismas nos permite disminuir el riesgo de caída. En este caso la forma más sencilla de bajar es clavando el talón del pie que se adelanta y descargando el peso sobre el mismo, mientras que la pierna retrasada se flexiona a la altura de la rodilla hasta que el cuerpo queda en vertical respecto de los talones, asentando todo el peso, de manera tal, que quedan paralelos a la pendiente y ligeramente separados con las puntas de los crampones abiertas.

Todas las técnicas de cramponaje requieren de un gran equilibrio y una cadencia rítmica para no fatigarse rápidamente; con lo cual vemos que es conveniente en cualquier forma de escalada, tanto en subida como en bajada, no detenernos en cada paso, debido a que son muchas las variables en nuestra contra, tales como: un calzado rígido que nos limita los movimientos de nuestros pies y la articulación del tobillo, el cual a su vez está asentado sobre otra base a la que nuestro cuerpo no está adaptado (crampones), que trasladan nuestro sustento de la planta completa del pie a tan solo unas puntas de hierro, con lo cual perdemos estabilidad. Sumado a ello, juegan las características del terreno, con desniveles, irregularidades, inclinaciones, donde a su vez la nieve que puede estar compacta, o bien ser hielo mismo, implica un peligro extra debido a no permitirnos afirmarnos correctamente, pisar con seguridad, lo que conlleva a un grado tal de tensión sobre las articulaciones, músculos, tendones y ligamentos de todo el miembro inferior, específicamente la rodilla.

## **CONCLUSIONES**

En relación a la temática referida y debido a que es una actividad tan compleja la que realizo, es necesario conocer profundamente los distintos segmentos corporales. No solamente en un plano descriptivo, horizontal y cadavérico, sino que, por lo contrario entender y comprender el movimiento humano a través de sus funciones locomotoras específicas.

Justamente en un esfuerzo por conceptualizar sobre las técnicas de montaña, específicamente las de desplazarse sobre la geografía cambiante de la misma,



haciendo uso de crampones para lograr una mejor adaptación sobre aquellas superficies nevadas; es imprescindible hacer mención a la repercusión que tiene dicha actividad sobre nuestro cuerpo, fundamentalmente en los segmentos que operan de una manera activa sobre la marcha, como lo es el caso del miembro inferior, específicamente la rodilla. En relación a ello la importancia de articular la teoría con la práctica, en el sentido de intentar dar cuenta cómo opera dicha articulación bajo una mirada anatómica y biomecánica respecto de una actividad que demanda una participación continua de la rodilla, en tanto brinda la capacidad de soportar el peso del cuerpo, permite adaptarse a las desigualdades propias del terreno, aporta estabilidad al miembro inferior en conjunto con la musculatura y los ligamentos adyacentes a ella, entre otras cosas.

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

1) KAPANDJI A.I. (2001) "*Fisiología Articular*" (Título del original: *Physiologie Articulare*), Madrid; Editorial Médica Panamericana. 5ta. Edición, 2da. Reimpresión.

2) MELENDO SOLER JAVIER. (2002). "Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza". Barcelona; Editorial: Paidotribo. Primera edición.

3) TESTUT, LEO y LATARJET, ANDRÉ. (1997). "Compendio de Anatomía Descriptiva". México. Editorial: Ciencia y Cultura Latinoamericana S.A