

CAPITULO 4

MECANICA PATOLOGICA DE LA RODILLA

En la primera sección de este capítulo estudiaremos algunos aspectos mecánicos de la rodilla. A continuación estudiaremos la mecánica patológica del genu valgum y genu varum, así como genu recurvatum. El tercer tema principal a tratar será el efecto del déficit motor sobre la función de la rodilla en la posición de pie y en la marcha.

Los trastornos de la rodilla pueden reducir gradualmente la capacidad funcional de un individuo. A menudo se requiere tratamiento para remediar el déficit funcional y las molestias del paciente. El objetivo de muchos de los procedimientos de tratamiento es controlar o corregir una situación mecánica anormal. La aplicación de un aparato ortésico es uno de los métodos para conseguirlo. La comprensión de la mecánica patológica en juego es útil para planear y evaluar la aplicación ortésica.

CONSIDERACIONES BIOMECANICAS

Longitud de los brazos de palanca

La articulación de la rodilla se halla conectada a la articulación de la cadera y a la articulación del tobillo por dos barras relativamente largas, llamadas fémur y tibia respectivamente. El fémur y la tibia tienen cada uno una longitud media de cerca del 25% de la longitud total del individuo (figura 1). El apalancamiento proporcionado por estas barras relativamente largas puede someter a la articulación de la rodilla a tensiones importantes.

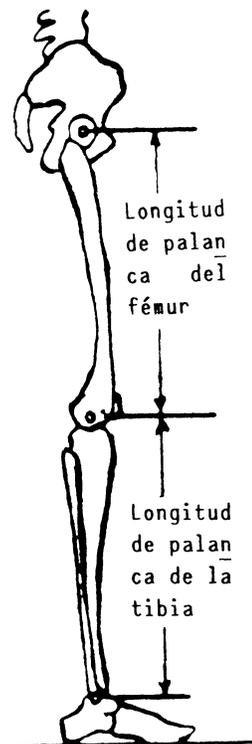


Figura 1

El efecto de este apalancamiento en orden a producir elevadas tensiones sobre las estructuras de la rodilla, se representa en las tres ilustra-

ciones que siguen. La figura 2 muestra una fuerza de dirección medial, aplicada a la cara lateral de la rodilla.

En la figura 3, la fuerza de dirección medial, representada por F , se ve opuesta por:

1. La contrafuerza G , que es producto del peso del cuerpo y del coeficiente de fricción entre el suelo y el pie.

2. El efecto de inercia, I , debido a la tendencia de la masa del cuerpo a permanecer quieta.

Los efectos de estas fuerzas y contrafuerzas tienden a producir un cambio en la relación angular entre el fémur y la tibia, como se muestra en la figura 4. Los ligamentos lateral interno y cruzados se oponen a este cambio en la angulación. La fuerza aplicada a estos ligamentos puede ser muy alta según el apalancamiento de que se trate. Por ejemplo, en la figura 4, la letra d

representa la distancia desde el centro de rotación, representada por O , a la línea de acción de la fuerza de frenado, proporcionada por el ligamento lateral interno.

Las distancias desde el punto O al suelo por abajo, y al centro de gravedad por arriba, son varias veces mayor que la distancia representada por d . En consecuencia, la fuerza aplicada al ligamento lateral interno es muchas veces mayor que la fuerza (F) tendente a producir el cambio angular entre la tibia y el fémur.



Figura 2

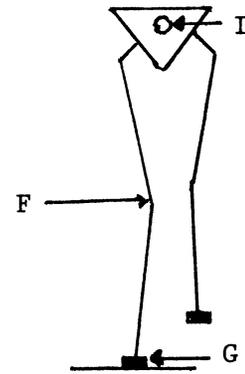


Figura 3

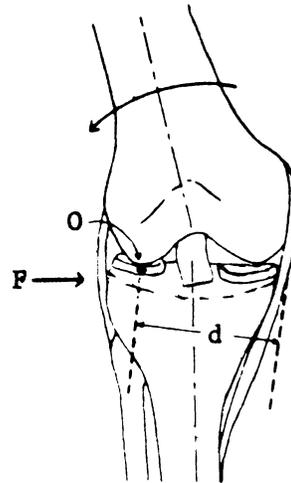


Figura 4

Fuerzas musculares aplicadas a la articulación de la rodilla

La longitud de los brazos de palanca constituidos por el fémur y la tibia requiere ligamentos fuertes. Las palancas largas requieren también que los músculos que controlan los movimientos de la rodilla sean capaces de ejercer fuerzas de considerable magnitud. Esto se ilustra en el ejemplo siguiente.

La figura 5 representa a un individuo ejercitándose con una bota de DeLorme. El peso total del equipo de ejercicio es de 17 Kg. Para los efectos de este ejemplo, se desprecia el peso de la pierna y del pie. La distancia desde el centro de la rodilla a la línea de acción del peso, es de 60 centímetros. El momento de fuerza que tiende a doblar la rodilla es:

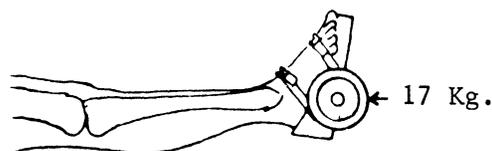


Figura 5

$$17 \text{ Kg} \times 60 \text{ cm} = 10,2 \text{ Kgm}$$

El punto de aplicación de la fuerza ejercida por los extensores de la rodilla se designa con la letra A, en la figura 6. Considérese que este punto dista 10 cm. del eje de la rodilla. Si la fuerza muscular fuera dirigida verticalmente a lo largo de la línea AV, se necesitaría una fuerza de 100 Kg. para establecer el equilibrio rotatorio en la articulación de la rodilla. Sin embargo, la fuerza desarrollada por los extensores de la rodilla no se aplica a lo largo de la dirección indicada por AV, sino a lo largo de la línea AF. Considérese que el ángulo entre AV y AF es de 70 grados. Si AV = 100 Kg., entonces la magnitud de la fuerza desarrollada por los extensores de la rodilla debe ser:

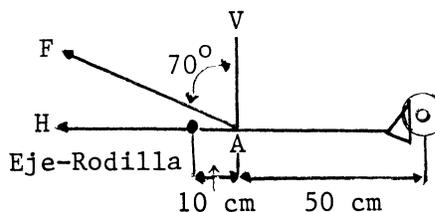


Figura 6

La componente horizontal de la fuerza AF está representada por AH. La magnitud de AH será:

$$\frac{100}{\text{coseno de } 70^\circ} = \frac{100}{0,342} = 292 \text{ Kg.}$$

La componente horizontal de la fuerza AF está representada por AH. La magnitud de AH será:

$$AH = 292 (\text{coseno de } 20^\circ) = 292 \times 0,940 = 274 \text{ Kg.}$$

La fuerza total de 292 Kg. desarrollada por los extensores de la rodilla tiene una componente vertical de 100 Kg. La componente vertical produce un momento de fuerza que es igual y opuesto al momento de fuerza desarrollado por el peso del equipo de ejercicio. La componente horizontal fuerza a las superficies articulares, una contra la otra. Al hacer esto, impone una carga compresiva de 274 Kg. a las superficies articulares. Este ejemplo da una idea de la magnitud de los momentos de fuerza y de la tensión compresiva que las fuerzas musculares desarrollan sobre la rodilla y las estructuras relacionadas con ella.

El peso y la inercia del cuerpo, junto con la longitud de los brazos de palanca constituidos por el fémur y la tibia, y la magnitud de las fuerzas musculares, se combinan para someter entre todos a la articulación de la rodilla a una tensión considerable. Para que la tensión no sobrepase los límites normales, es necesario que:

1. Los ejes mecánicos del fémur y de la tibia tengan una alineación normal.
2. Los ejes anatómicos transversales de las articulaciones tengan entre sí una relación adecuada.
3. El fémur y la tibia, los músculos y los ligamentos, soporten cada uno una parte adecuada de carga.

Alineación del fémur y la tibia

En la figura 7, la línea OA representa el eje **anatómico** del fémur. Si la tibia está vertical, la línea OA estará desviada de la vertical (OV) unos 9 grados. La línea OB representa el eje **mecánico** del fémur. Esta línea se desvía unos 3 grados de la vertical.

En algunas situaciones patológicas, los ejes anatómico y mecánico difieren apreciablemente de lo normal. Esto somete a los condilos

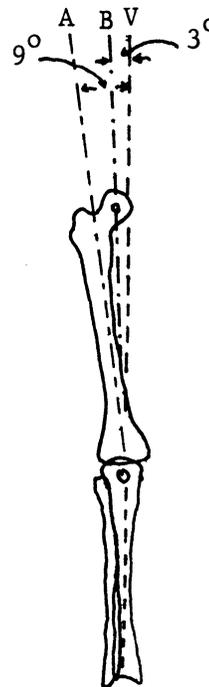


Figura 7

y a los ligamentos laterales a una tensión anormal. Una explicación más detallada de estas situaciones se presentará en las secciones que se refieren a genu valgum y genu varum.

Orientación de los ejes articulares

Del mismo modo que una importante desviación del eje mecánico del fémur puede causar el desarrollo de tensiones anormales, también una alineación y orientación anormales de los ejes articulares predisponen a situaciones patológicas.

Como se ve en el plano frontal, el eje transversal de la articulación de la rodilla es esencialmente horizontal, tanto en flexión como en extensión. Cualquier desviación apreciable de la horizontal cambiará la relación angular entre los ejes anatómico y mecánico del fémur y de la tibia.

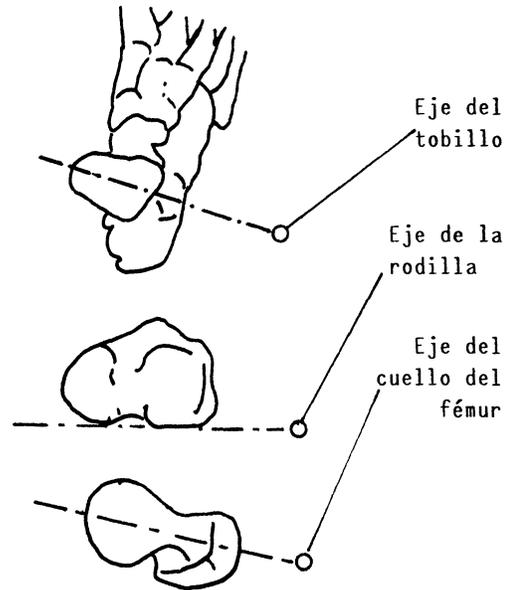


Figura 8

Posiciones relativas de los ejes vistos desde arriba.

Si un individuo está de pie con su rodilla extendida, de tal forma que el eje transversal de su rodilla se coloque en un plano frontal, el eje de su tobillo rotará unos 25° hacia afuera, con respecto al plano frontal (figura 8). El eje del cuello del fémur rotará unos 10 a 15 grados hacia afuera, con relación al plano frontal.

Cuando la extremidad inferior soporta peso, el fémur rota hacia adentro con relación a la tibia, mientras que la articulación de la rodilla se coloca en extensión, y hacia afuera, al doblarse la rodilla. Estos movimientos relativos del fémur y de la tibia, con los correspondientes cambios en las posiciones de los ejes articulares, son movimientos sincronizados, necesarios para el normal funcionamiento de la rodilla.

Si estos movimientos rotatorios se ven fuertemente impedidos al ser flexionada o extendida activamente la rodilla, se producirán fuerzas anormales sobre los ligamentos de la rodilla, pudiendo causar estiramiento o desgarro de los tejidos.

Tensiones en el fémur

El fémur se ha comparado a una columna cargada excéntricamente. Si una columna delgada es cargada excéntricamente, tenderá a doblarse, como se indica en la figura 9. La columna de la figura 9 se halla fija por abajo, y libre por arriba. Se verá sometida a compresión en el área designada por A y a distensión en el área designada por B.

La figura 10 muestra la misma disposición que la figura 9, excepto que en la figura 10 se ha añadido un cable. El cable resistirá la tendencia del peso a doblar la columna.

Los músculos pueden actuar aliviando a los huesos largos de las tensiones gravitatorias que experimentan, de forma similar a la mostrada en la figura 10.

En la figura 11 el fémur se halla fijo en su sitio, y se aplica un peso a la pelvis. El glúteo mediano estabiliza la pelvis en una posición relativamente horizontal. Con esta disposición, el fémur se ve sometido a una compresión importante en la región indicada por A, y a distensión en la región indicada por B. La figura 12 muestra una disposición similar a la que se ha añadido al tracto iliotibial. Esta ilustración corresponde a la disposición del cable representada en la figura 10. El tracto iliotibial ayuda a contrarrestar las tensiones gravitatorias que tienden a doblar el fémur.

En afecciones patológicas que afectan a la musculatura, los huesos largos pueden verse sometidos a tensiones anormales por faltar el efecto de refuerzo de los músculos.

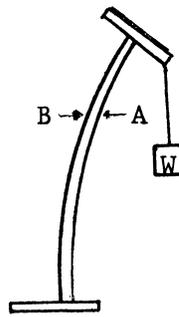


Figura 9

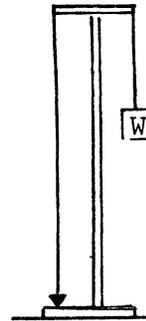


Figura 10

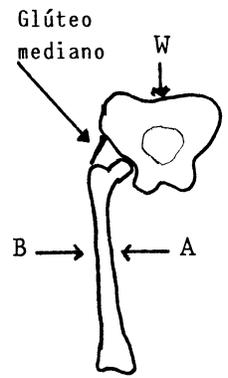


Figura 11

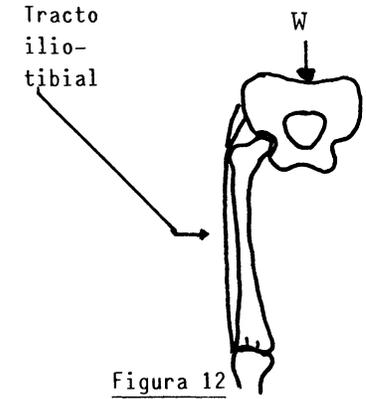


Figura 12

DEFORMIDADES ANGULARES QUE AFECTAN A LA ARTICULACION DE LA RODILLA

Cierto número de causas mecánicas pueden contribuir a las deformidades angulares que afectan a la articulación de la rodilla. Según la afección de que se trate, los factores mecánicos pueden referirse primariamente a los ligamentos, los músculos o las estructuras óseas. Casi invariablemente resultan afectados todos los tejidos una vez instaurada la deformidad angular.

Genu valgum

En el genu valgum las rodillas se hallan más aproximadas, y los pies más separados de lo que ocurre en la correcta alineación de las extremidades inferiores. Existe una desviación lateral de la pierna con respecto al fémur, como se ilustra en la figura 13.

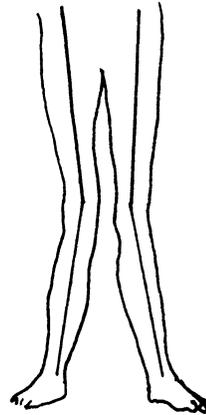


Figura 13

Relajación de ligamentos

Cualquier relajación del ligamento lateral interno permitirá el aumento de la tendencia natural de la rodilla hacia el valgo.

La incapacidad del ligamento lateral interno para frenar el desarrollo de la deformidad en valgo puede deberse a que ceda el ligamento sometido a una tensión anormal. Esta tensión anormal puede referirse a la mala alineación.



Figura 14

En el plano frontal, el desplazamiento lateral de la reacción del suelo con respecto a la rodilla aumenta el momento de fuerza que tiende a separar la pierna con relación al muslo, como se muestra en la figura 14. El incremento de tensión sobre el ligamento lateral interno puede hacerle ceder ligeramente.

Si cede el ligamento lateral interno, aumentará el valgismo, causando un desplazamiento lateral adicional de la reacción del suelo con relación a la rodilla. Se instaura así un círculo vicioso en el que cualquier incremento en la posición en valgo produce un incremento del momento de fuerza que tiende a aumentar aún más el valgo.

Fuerza muscular

El estiramiento de la banda iliotibial ejerce una fuerza que tiende a producir el genu valgum, ya que la fuerza ejercida actúa en la parte lateral. En casos graves de genu valgum, si la rótula se des_uplaza lateralmente, desplaza también el cuádriceps cuando estira la rodilla y contribuye al mal alineamiento (Figura 15).



Figura 15

Inclinación del eje articular

La inclinación del eje articular de la rodilla es una de las posibles causas de genu valgum. Por ejemplo, una lesión por trauma u otras causas que produzca daño en la epífisis lateral retardará el crecimiento en el lado lateral y la inclinación del eje de la articulación resultante contribuye al desarrollo del genu valgum. Otras condiciones que pueden inclinar el eje de la articulación y contribuir al mal alineamiento son las fracturas que curan con el platillo lateral deprimido o deformado en el fémur o rodilla.

Los individuos con genu valgum suelen estar de pie con los condilos internos del fémur tocándose y con los maléolos internos separados.

A menos de que el grado del valgus sea ligero, el individuo con genu valgum tiene un modelo de marcha más bien torpe. Sus rodillas rozan entre sí y hay un movimiento a un lado y otro de la pelvis y el tronco aumentado.

El aumento de la compresión sobre la parte externa de la articulación de la rodilla y el aumento de distensión sobre su parte interna pueden conducir a una sinovitis crónica u otras reacciones indeseables de los teji-

dos. Esta tensión puede reducirse aplicándose fuerzas restrictivas mediante férulas, corrección del calzado o las dos cosas.

Asistencia mecánica

Cuando el genu valgum se debe a laxitud del ligamento lateral interno, la magnitud del valgo aumenta con el peso. Una deformidad en valgo de este tipo se presta a tratamiento por medios mecánicos, tales como el uso de un aparato ortopédico. Dado que el enorme peso del cuerpo crea una fuerza que tiende a desplazar la rodilla hacia adentro, se debe aplicar una contrafuerza de dirección externa para oponerse al desplazamiento interno. Esto se representa por F en la figura 16.

Esta contrafuerza puede aplicarse mediante una almohadilla de presión, como se indica en la figura 17, o mediante una correa que ejerza una tracción de dirección lateral.

Otro método de aplicar una fuerza en la dirección deseada para contrarrestar las fuerzas mecánicas patológicas en el genu valgum, consiste en aplicar una corrección del calzado. Una cuña interna en tacón y suela contribuirá a desplazar la reacción del suelo más hacia la línea media. Esto reducirá la tendencia de la rodilla a colocarse en valgo.

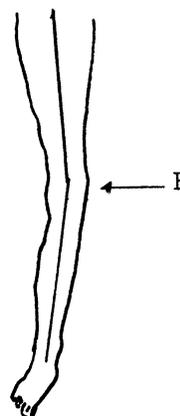


Figura 16

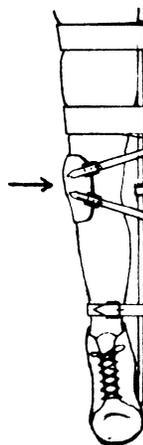


Figura 17

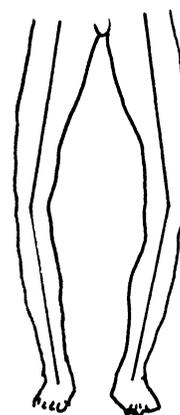


Figura 18

Genu varum

En el genu varum, representado en la figura 18, existe un desplazamiento hacia fuera de la articulación de la rodilla. La reacción del suelo se

desplaza hacia adentro, con relación a la rodilla. A causa de esto, los condilos **internos** se ven sometidos a una compresión relativamente más grande mientras que los ligamentos de la cara externa de la rodilla se ven sometidos a una distensión relativamente mayor.

El eje transversal de la rodilla no es horizontal, sino que se halla inclinado. En algunos casos, la inclinación del eje puede deberse principalmente al crecimiento desigual de las epífisis y el efecto inicial ser sobre la orientación misma del eje.

Más frecuentemente, la inclinación del eje transversal se debe a la inclinación del fémur, de la tibia o de ambos. La inclinación de la tibia puede acompañarse de rotación interna del eje que va de la rodilla al tobillo. La punta del pie gira hacia adentro, a causa de la torsión interna.

Cuando un individuo con genu varum se halla de pie con sus pies juntos, sus rodillas están separadas y hay una inclinación hacia abajo y hacia adentro de la tibia. Esto afecta a la mecánica de la articulación del tobillo. La alineación anormal de la tibia coloca al astrágalo en la posición correspondiente a la versión interna. Como se puede hacer una compensación parcial en las articulaciones subastragalina y mediotarsiana, en algunos casos la planta del pie puede permanecer paralela al suelo. Pero la extensión de esta compensación es limitada. Excepto en los casos más leves, en todos los demás el sujeto con genu varum puede andar con pies varos o valgus, y en casos más severos presentará marcha de pato.

Asistencia mecánica

El aparato ortésico que requiere un paciente con genu varum aplica una fuerza dirigiendo hacia adentro la rodilla. La fuerza puede ser aplicada por una correa o mediante una almohadilla de presión.

Cuñas externas en el tacón y en la suela del zapato tenderán a empujar la rodilla hacia la línea media. En las deformidades fijas, las cuñas aplicadas a la parte interna del tacón y de la suela no proporcionarán una fuerza correctora a la rodilla, pero ayudarán a mejorar la distribución de peso en el pie.

Genu recurvatum

Cuando la línea del peso pasa por delante del eje de rotación de la

rodilla, como ocurre al estar de pie, al andar y al realizar muchas actividades, se genera un momento de fuerza que tiende a producir hiperextensión de la rodilla.

A la hiperextensión de la rodilla se oponen: 1) los dos ligamentos laterales, 2) los ligamentos cruzados, 3) el ligamento popliteo oblicuo, 4) la cara posterior de la cápsula articular, 5) los meniscos, 6) los músculos de la cara posterior del muslo y los gemelos, y 7) la configuración de los condilos.

Cuanto mayor sea el momento de fuerza que tiende a producir hiperextensión mayor será la distensión de los ligamentos enumerados arriba. Además, las partes anteriores de ambos meniscos se ven cada vez más comprimidas entre los condilos femorales y tibiales al aumentar la hiperextensión.

En la figura 19, considérese que el peso, representado por W , es de 75 Kg. y que la distancia (d_w) desde el fulcro, o centro de rotación (O) a la línea del peso es de 2,5 cm. El momento de fuerza tendente a producir hiperextensión de la rodilla es $75 \text{ Kg.} \times 2,5 \text{ cm.} = 187,5 \text{ Kg.cm.}$

La acción de los ligamentos laterales, cruzados y popliteo, y de la parte posterior de la cápsula articular en el sentido de frenar la hiperextensión, puede ser representada esquemáticamente por la fórmula:

$$M_R = F_R \times d_R$$

M_R representa el momento de fuerza restrictivo; F_R es igual a la fuerza restrictiva compuesta proporcionada por los ligamentos y la cápsula, y d_R representa la distancia desde el fulcro o centro de rotación (O) a la línea de acción de la fuerza F_R (figura 19).

Dado que $W = 75 \text{ Kg.}$ y $d_w = 2,5 \text{ cm.}$, el momento de fuerza que tiende a producir hiperextensión es de 187,5 Kg.cm. La fuerza restrictiva (F_R)

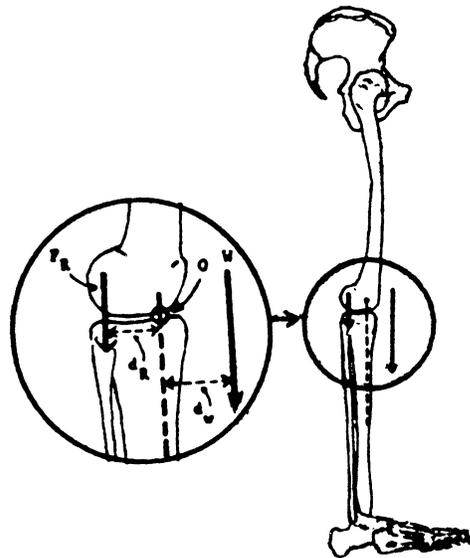


Figura 19

deberá establecer un momento de fuerza de la misma magnitud en dirección opuesta, para proporcionar un freno suficiente.

Fuerza muscular

Si el cuádriceps está paralizado, el paciente puede aprovechar varios movimientos compensatorios, tales como doblar hacia adelante el tronco o empujar con sus manos hacia atrás el muslo, para evitar que se doble la rodilla. Estos movimientos compensatorios mantienen la rodilla en extensión y tienden a producir hiperextensión. Esto ocurre porque el movimiento del tronco hacia adelante y la presión hacia atrás con las manos aumentan la distancia del eje de la rodilla a la línea de carga.

Si el cuádriceps tiene la fuerza adecuada, pero hay una marcada debilidad de los isquio-tibiales habrá una tendencia de la rodilla a ir a recurvatum por la diferencia entre los momentos de flexión y extensión actuando en la rodilla.

Inclinación de las superficies articulares

En el adulto el condilo tibial tiene una ligera inclinación de 4 a 9 grados hacia abajo y hacia atrás. Esto es en contraste con lo que tiene en el niño recién nacido, en el cual esa inclinación es aproximadamente de 27 grados. Si por un fallo del desarrollo del crecimiento o herida, los condilos tibiales no llegan a adquirir la posición cerca de la horizontal, en vez de ello se inclinan apreciablemente hacia atrás y el fémur tiende a moverse hacia abajo y hacia atrás. La mayor parte de las fuerzas restrictivas que impiden este movimiento pueden suministrarse por el ligamento cruzado anterior y el ligamento medial colateral. Si estos ligamentos no resisten suficientemente, pueden contribuir al desarrollo del genu-recurvatum.

Contractura de los flexores plantares

La contractura de los flexores plantares del tobillo producen una reacción del suelo, que pasa relativamente lejos hacia adelante, en relación con el eje de la rodilla, como ocurre en el caso de una marcha y estancia en pie. El desplazamiento hacia adelante de la reacción del suelo aumenta el momento de fuerza que tiende a producir recurvatum, porque la

distancia del eje de la rodilla a la línea de carga está aumentada.

Asistencia mecánica

Puesto que la rodilla tiende a ir hacia atrás en genu-recurvatum, la asistencia mecánica para evitarlo debe hacerse por una fuerza directamente hacia adelante, como se indica en la figura 20. La ortesis limita los movimientos hacia atrás, por medio de una banda de muslo y otra de pantorrilla, localizadas cerca de la articulación de la rodilla, o por una almohadilla de presión directamente detrás de la rodilla.

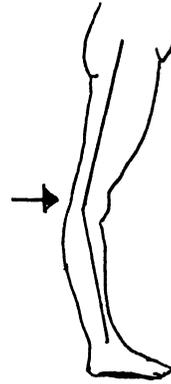


Figura 20

EFEECTO DE LAS PARALISIS MUSCULARES SOBRE EL EQUILIBRIO ANDANDO Y DE PIE

Cuádriceps

Se ha mencionado ya que en la posición de pie normal, la línea del peso pasa ligeramente por delante de la articulación de la rodilla, creando un momento de fuerza que tiende a mantener la rodilla en extensión. Dado que el peso del cuerpo actúa estabilizando la rodilla, la parálisis del cuádriceps tendrá poco efecto sobre el equilibrio de pie, siempre que la línea del peso sea mantenida por delante de la articulación de la rodilla.

Si la línea del peso cayera inadvertidamente por detrás de la articulación de la rodilla, el individuo lograría impedir que se le doblara la rodilla mediante la acción compensadora del glúteo mayor y del sóleo, como se señala en la figura 21.

En la marcha, la parálisis del cuádriceps tendrá su mayor efecto en la primera parte de la fase de apoyo, entre el apoyo del talón y el

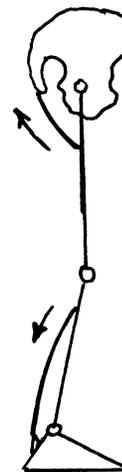


Figura 21

apoyo de la planta. Durante este período, el efecto de la gravedad y el ímpetu del cuerpo tienden a hacer doblar la rodilla. En la marcha normal la rodilla se dobla unos 20 grados durante la parte inicial del apoyo, estando la velocidad y la magnitud de la flexión controlada por la acción del cuádriceps, como se ilustra en la figura 22. Sin el freno proporcionado por el cuádriceps, la rodilla se colapsaría a menos que el paciente utilizara un movimiento compensador para impedirlo.

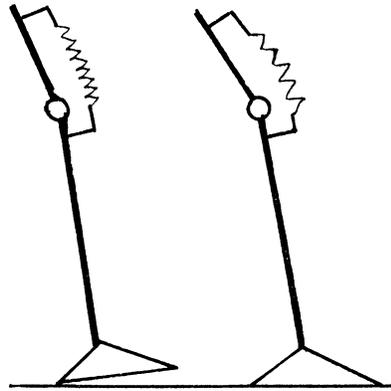


Figura 22

Si el cuádriceps no puede controlar adecuadamente la tendencia de la rodilla a doblarse a continuación del apoyo del talón, el paciente puede compensarlo utilizando los extensores de la cadera para mantener la rodilla en extensión.

Otra acción compensadora es inclinar el tronco hacia adelante durante la parte inicial de la fase de apoyo. Este movimiento hace que la línea del peso caiga por delante de la rodilla, permitiendo al peso actuar estabilizando la rodilla. En algunos casos, sin embargo, en que el cuádriceps se paraliza pero no resultan afectados los flexores de la rodilla, se produce una contractura con la rodilla en flexión. Esto hace más difícil estabilizar la rodilla inclinando el tronco hacia adelante, dado que la contractura con la rodilla en flexión coloca la articulación de la rodilla más hacia adelante con relación a la línea del peso. En consecuencia, se necesita inclinar más hacia adelante el tronco. Si la contractura es mayor de 20 grados, esta maniobra compensadora se hace más difícil y menos efectiva.

Algunos pacientes con cuádriceps débil o paralítico consiguen la estabilización de la rodilla colocando el pie en el suelo en una posición de rotación externa. Esto coloca a toda la extremidad por debajo de la cadera en rotación externa. Como el cuerpo se mueve hacia adelante primordialmente en el plano sagital, la rotación externa del eje transversal de

la rodilla produce resistencia al doblamiento de la rodilla. La máxima resistencia se obtendría si la pierna se colocara con el eje transversal de la rodilla en 90 grados de rotación externa.

Esto sometería al ligamento lateral interno a una tensión considerable al andar el paciente, dado que este ligamento sería la principal fuente de resistencia al doblamiento de la rodilla en el plano de progresión.

Una acción más, compensadora, utilizada por los pacientes con cuádriceps débil o paralítico, es la de empujar hacia atrás con la mano el muslo del miembro afectado. El empuje hacia atrás ayuda a contrarrestar la tendencia de la rodilla a doblarse.

Si la fuerza del cuádriceps es buena, no suele necesitarse asistencia mecánica, sobre todo en adultos. Si la fuerza del cuádriceps no es tan buena, debe pensarse en un aparato ortésico por encima de la rodilla para prevenir el genu recurvatum.

Si una debilidad señalada del cuádriceps se asocia a debilidad de los extensores de la cadera y de los flexores plantares del tobillo se necesitará la asistencia mecánica proporcionada por un aparato ortésico colocado por encima de la rodilla para proporcionar estabilidad a ésta. En estas circunstancias estará indicado un aparato con mecanismo de cierre para prevenir la flexión inadvertida de la rodilla.

Músculos posteriores del muslo

La debilidad o parálisis de los músculos posteriores del muslo no tendrá un efecto importante sobre la capacidad del individuo de mantener el equilibrio en la posición de pie normal.

En la marcha normal los músculos posteriores del muslo juegan un importante papel inmediatamente después del apoyo del talón. En este momento, su poderosa contracción, junto con la del glúteo mayor, se opone a la tendencia del peso y del impulso del cuerpo a causar la continuación de la flexión de la cadera.

Si los músculos posteriores del muslo son débiles o paralíticos, será necesario un mayor esfuerzo por parte del glúteo mayor para controlar la flexión de la cadera a continuación del apoyo del talón. Para reducir este esfuerzo es aconsejable que el paciente no ande deprisa, ya que una mayor

velocidad con su correspondiente aumento en la longitud de la zancada aumenta también la tendencia de la cadera a flexionarse a continuación del apoyo del talón. El andar deprisa requiere también un aumento de la acción de los músculos posteriores del muslo para frenar el movimiento de la pierna al final de la fase de oscilación.

La acción de los músculos posteriores del muslo no es necesaria para flexionar la rodilla durante la fase de oscilación mientras un individuo ande a velocidad normal o mayor de lo normal. Al andar despacio, sin embargo, se necesita la acción de los músculos posteriores del muslo para ayudar a flexionar la rodilla durante la primera parte de la fase de oscilación. De acuerdo con esto, al andar despacio el paciente con los músculos posteriores del muslo paralizados tendrá que recurrir a movimientos compensadores, tales como "pasear" la cadera o aumentar la flexión de la misma, de tal forma que se separe el pie del suelo.

En la parálisis aislada de los músculos posteriores del muslo, no suele necesitarse asistencia mecánica, ya que otras estructuras musculares y ligamentosas pueden adaptarse al déficit. Sin embargo, si la parálisis de los músculos posteriores del muslo no es equilibrada entre los elementos internos y externos, se puede usar un aparato ortésico para impedir la combinación del genu recurvatum y genu valgum o genu varum.

RESUMEN

El peso y la inercia del cuerpo, la magnitud de las fuerzas musculares y el apalancamiento del fémur y la tibia, huesos relativamente largos, se combinan para someter a la articulación de la rodilla a tensión considerable. Para que esta tensión permanezca dentro de unos límites tolerables es necesario que los ejes mecánicos del fémur y de la tibia, y los ejes articulares se hallen correctamente alineados y tengan una adecuada relación entre sí, y que el fémur, la tibia y los diversos músculos y ligamentos soporten cada uno una parte adecuada del peso.

Numerosos factores tales como mala alineación, trastornos del crecimiento y mala distribución de fuerzas se hallan implicados en las deformidades angulares de la articulación de la rodilla. En el genu valgum, la reacción del suelo tiende a abducir la pierna con relación al muslo. Un

aparato ortésico proporciona asistencia mecánica aplicando una contrafuerza de dirección hacia afuera sobre la rodilla. Lo contrario ocurre en el genu varum. La reacción del suelo tiende siempre a aducir la pierna con relación al muslo, y la contrafuerza aplicada por la ortesis a la rodilla tiene una dirección medial. En el genu recurvatum, la reacción del suelo tiende a torcer la rodilla hacia atrás. El aparato ortésico aplica una contrafuerza de dirección anterior para oponerse al movimiento hacia atrás de la rodilla.

Las parálisis de los músculos que controlan el movimiento de la rodilla afectan a la forma de la marcha. En muchos casos, el paciente puede utilizar la acción de músculos de sustitución y movimientos compensadores para subsanar los efectos de su parálisis. En otras ocasiones, se puede necesitar un aparato ortésico para prevenir la flexión inadvertida de la rodilla o el desarrollo de un genu recurvatum.