

“Neurodinamia”

INTRODUCCIÓN

Entre las características más importantes del Sistema Nervioso (SN) están la continuidad y la movilidad. Una continuidad eléctrica, química y mecánica (Butler, 1991). Las neuronas están interconectadas eléctricamente de forma que un estímulo generado en el pie puede ser recibido en el cerebro. Químicamente existen los mismos neurotransmisores tanto en la periferia como centralmente, y un flujo de citoplasma dentro de los axones. Por último, las envolturas conectivas del SN Central (SNC) y del SN Periférico (SNP) son también continuas. Los tejidos epidurales y la duramadre se combinan para formar el epineuro y las capas externas del perineuro. El endoneuro es una continuación de la piamadre. El SN está sometido a complicados movimientos de alargamiento, deslizamiento y compresión durante las actividades de la vida diaria. Para adaptarse a los cambios de longitud, el SN tiene que ser capaz de: deslizarse sobre sí mismo (la duramadre sobre la aracnoides, los fascículos individuales entre sí...), deslizarse sobre los tejidos interpuestos (la duramadre sobre los cuerpos vertebrales, el nervio radial a nivel del surco espiral del húmero...), y desplegarse y alargarse. Esta propiedad dinámica de adaptación a la movilidad tiene también la capacidad de limitar ciertas combinaciones de movimiento. Cualquier movimiento de una extremidad tendrá consecuencias mecánicas para los troncos nerviosos y el neuroeje. Así mismo, la tensión en el SNC puede ser transmitida al SNP. La continuidad y la movilidad contribuyen a que el SN pueda transmitir impulsos durante una considerable variedad de movimientos a la vez que debe adaptarse mecánicamente a los mismos. La movilidad es una característica relevante en terapia manual. La disminución de la movilidad debida a factores de diversa etiología afectará no solo a las funciones que le son propias, sino que también tendrá una repercusión directa en la amplitud de los movimientos del aparato locomotor, generando, además, cuadros dolorosos de difícil clasificación. El SN y sus envolturas de tejido conectivo, como cualquier otro tejido blando, se benefician de la movilización y la elongación aplicadas con criterio terapéutico en caso de sufrir restricciones del movimiento. Esta técnica se convierte así en un verdadero método de diagnóstico y tratamiento, actualmente conocido como **Movilización del SN** o simplemente **Movilización Neural**.

BREVE DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Dos tipos de tejido configuran principalmente el SN: los tejidos asociados con la conducción del impulso (cuerpo celular, dendritas, axones, mielina y células de Schwann) y los tejidos que soportan y protegen a los primeros (meninges, perineuro, neuroglía...). La relación entre estos tejidos permite la conducción ininterrumpida de impulsos mientras el cuerpo está en movimiento. No es nuestro objeto la descripción de los tejidos de conducción, aunque sí recomendamos su revisión en otros textos. Vamos ahora a describir brevemente los tejidos de soporte.

Sistema Nervioso Periférico

Endoneuro:

La más profunda de las tres capas de tejido conectivo. Se encuentra rodeando la membrana basal de las fibras nerviosas. La orientación de las fibras de colágeno es fundamentalmente longitudinal para poder proteger a los axones de las fuerzas de tracción. Este tejido carece de vasos linfáticos, por lo que cualquier alteración de la presión (p.ej. edema) puede interferir en la conducción y en el movimiento del líquido axoplásmico. En los nervios cutáneos el endoneuro es mayor, ya que requieren un amortiguamiento extra por encontrarse cerca de la superficie.

[Escriba texto]

Perineuro:

Las fibras nerviosas viajan agrupadas en tubos endoneurales que se encuentran recubiertos por esta capa intermedia de tejido conectivo. Parece ser la vaina más resistente a las fuerzas tensoras, y la última en romperse. Gran parte de las fibras de colágeno corren paralelas a la fibra nerviosa, aunque presentan haces circulares y oblicuos que protegen el nervio en trayectos angulados. Además ejerce una función de barrera difusora que mantiene ciertas sustancias fuera del entorno endoneural.

Epineuro:

Es la envoltura conectiva más externa que rodea, protege y mantiene alejados a los fascículos perineurales (epineuro interno), formando también una funda definida alrededor de todos los fascículos (epineuro externo). El epineuro interno facilita el deslizamiento entre los fascículos, una adaptación al movimiento necesaria sobretodo cuando un nervio periférico tiene que doblarse en un ángulo agudo durante el movimiento de las extremidades. Los fascículos siguen un curso ondulado a través del tronco nervioso y forman plexos constantemente cambiantes dentro del tronco. Esta disposición ofrece mayor protección contra las fuerzas tensoras y compresoras que si los fascículos siguieran una línea recta. Además, cuanto mayor es el número de fascículos presente un nervio está más protegido contra las fuerzas de compresión. Allí donde el SN se mueve significativamente en relación con los tejidos interfásicos, como en la parte media del húmero, hay un menor número de fascículos y menos tejido conectivo que donde el SN tiene mejores anclajes, como en la cabeza del peroné, que hace que esté sujeto a mayores fuerzas compresoras. Los tejidos conectivos de los nervios periféricos, de las raíces nerviosas, y del SN autónomo tienen una inervación intrínseca: los nervi nervorum de la ramificación axonal local. Existe también una inervación vasomotriz extrínseca desde las fibras que entran en el nervio por los pliegues perivascuales. Sunderland, 1978, considera que el dolor producido por una presión local de un nervio es debido a los nervi nervorum. En el endoneuro, perineuro y epineuro se han observado terminaciones nerviosas libres. En el perineuro y epineuro se han observado terminaciones encapsuladas, como los corpúsculos de Pacini.

Mesoneuro:

Es un tejido areolar alrededor del tronco nervioso, llamado así por parecerse al mesenterio del intestino delgado. Sunderland lo definió como un tejido conectivo fascial no especializado que hace de marco holgado, de forma que el nervio pueda deslizarse a lo largo del tejido adyacente, y además, pueda contraerse en una disposición tipo acordeón. En muchas zonas los vasos sanguíneos entran al nervio por el mesoneuro.

Sistema Nervioso Central

Piamadre:

A nivel craneal se encuentra adherida al tejido nervioso subyacente, a nivel medular está firmemente adherida a la superficie de la médula espinal. La médula está adherida al tubo dural por una serie de bandas laterales aplanadas de tejido epipial, denominadas ligamentos dentados. Cada ligamento dentado, de forma triangular, está insertado medialmente a la cara externa de la médula espinal a mitad de camino entre las raíces dorsales y ventrales. Las bases de estos ligamentos surgen de la piamadre, y sus ápices están firmemente insertados a la aracnoides y a la cara interna de la duramadre. Estos ligamentos sujetan en toda su longitud la médula espinal a la dura, y la mantienen en el centro de la teca dural. Con la médula suspendida en la teca, cualquier tensión o movimiento es mucho más grande en la teca que en la médula.

[Escriba texto]

[Escriba texto]

Aracnoides:

Fina membrana avascular situada entre la piamadre y la duramadre. Las trabéculas aracnoideas cruzan desde la piamadre a la aracnoides. El espacio comprendido entre la aracnoides y la piamadre contiene el líquido cefalorraquídeo (LCR). El LCR tiene un papel primariamente nutritivo, pero también ayuda en la biomecánica de la médula. Se piensa que actúa como un amortiguador hidráulico, rodeando la médula y las raíces nerviosas de líquido, ofreciendo protección durante el movimiento corporal.

Duramadre:

La capa meníngea más externa, y es, con mucho, la más fuerte y resistente. La dura craneal está adherida suavemente a las porciones centrales de los huesos craneales, y fuertemente a nivel de las suturas. Está ricamente vascularizada e inervada. Se divide en una capa perióstica externa y otra meníngea interna, en algunos sitios estas capas se separan y forman grandes senos venosos duros. La capa meníngea da origen a varios tabiques duros que dividen la cavidad craneal en dos compartimentos laterales para los hemisferios cerebrales y un compartimento único posterior para el cerebelo y el tronco del encéfalo. La dura medular es una continuación tubular de la capa meníngea de la dura craneal. El periostio de las vértebras consecutivas corresponde a la capa externa de la dura craneal. Las superficies interna y externa del tubo dural medular están cubiertas por una capa de células planas, y la densa membrana está separada del periostio vertebral por el espacio epidural. Este espacio alberga cantidades variables de tejido conectivo laxo (grasa epidural) y el plexo venoso vertebral interno. La dura medular se extiende como un tubo cerrado desde los bordes del agujero occipital hasta el nivel de la 2ª vértebra sacra. La terminación caudal del saco dural envuelve el filum y forma un fino cordón fibroso, el ligamento coccígeo. Este ligamento se extiende caudalmente hacia el cóccix, donde se confunde con el periostio, y es un probable amortiguador para el sobreestiramiento de la médula. Las prolongaciones duros que pasan en dirección lateral alrededor de las raíces de los nervios raquídeos forman vainas radicales pares. Una red de ligamentos duros (ligamentos de Hoffman) sujeta la teca dural a la cara anterior y anterolateral del conducto vertebral. A nivel lumbar los ligamentos están especialmente bien desarrollados, siendo alrededor de L4 más fuertes y numerosos que en ningún otro sitio. A nivel torácico son más firmes y largos, y a nivel cervical más cortos y gruesos. La duramadre está inervada por nervios segmentarios, bilaterales y sinovertebrales, descritos por primera vez por Luschka, en 1850 (nervio meníngeo recurrente). Cada nervio recurrente surge distal al ganglio de la raíz dorsal desde la unión de una raíz somática que nace de los ramos ventrales, y una raíz autónoma que nace desde los ramos comunicantes grises o un ganglio simpático. Cada nervio sinovertebral sigue un curso perivascular en el conducto vertebral a través del agujero intervertebral. Además de abastecer a la dura, los ramos del nervio meníngeo recurrente inervan el ligamento longitudinal posterior, el periostio, los vasos sanguíneos y el anillo fibroso.

NEUROBIOMECÁNICA CLÍNICA

La Neurobiomecánica surge de diversas fuentes tales como: estudios de cadáveres de animales y humanos, estudios in-vivo de humanos y observaciones quirúrgicas. Es necesario incluir la dinámica del sistema nervioso en los modelos de estudio del movimiento, ya que éste constituye un elemento tisular complejo que forma un verdadero vínculo de continuidad en todo el cuerpo, entendiendo el concepto de continuo en toda su extensión. Hay dos conceptos básicos unidos a la biomecánica del sistema nervioso: el primero es el de la **movilidad extrínseca**, es decir, el comportamiento dinámico del SN y sus envolturas en relación con todas las estructuras que le rodean; el segundo, se refiere a las propiedades viscoelásticas propias del tejido nervioso y meníngeo, es decir, la **movilidad intrínseca**. Son numerosos los elementos adyacentes al SN que potencialmente pueden alterar su movilidad. A nivel del canal raquídeo cualquier estructura capaz

[Escriba texto]

[Escriba texto]

de disminuir su calibre puede limitar los desplazamientos de la duramadre a través de éste, afectando de manera directa la amplitud de los movimientos del raquis. A nivel foraminal ocurre lo mismo, procesos degenerativos que afecten a las articulaciones interapofisarias, articulaciones uncovertebrales o al disco intervertebral pueden limitar la movilidad de las raíces vertebrales. Una vez que los nervios abandonan el raquis pueden sufrir presión y tracción a su paso por los distintos desfiladeros y canales por los que transitan.

Compresión y tracción

La compresión representa uno de los principales elementos fisiopatológicos en la génesis del síndrome de un canal. Esta compresión puede producirse en un desfiladero anatómico osteofibroso, como el túnel del carpo (atrapamiento del nervio mediano), cuyas dimensiones varían según la posición de la articulación situada a nivel de este desfiladero; o bien en un desfiladero muscular, como el que forma el músculo pronador redondo para el nervio mediano o el músculo supinador corto para el nervio radial, cuyas dimensiones varían en función de la actividad muscular. En un desfiladero anatómico y en función de los movimientos de las articulaciones vecinas, un nervio periférico suele desplazarse algunos milímetros gracias a sus posibilidades de deslizamiento en relación con las estructuras vecinas (movilidad extrínseca). La amplitud del deslizamiento del nervio mediano puede ser de 5 a 7mm en el codo, durante los movimientos de flexo-extensión, y de 7 a 14mm en la muñeca, frente a los mismos movimientos. Cualquier limitación de la libertad del nervio en un desfiladero anatómico da lugar a lesiones por tracción que interfieren en la vascularización intraneural; puede así provocarse una reacción inflamatoria crónica debida a esta situación de tracción y compresión y causar adherencias entre el epineurio y las estructuras próximas. Los nervios periféricos pueden sufrir un estiramiento del 20 % de su longitud antes de que se produzcan lesiones en su estructura. La lesión se manifiesta de forma aguda cuando el traumatismo puntual supera el umbral de elongación, o bien crónica en caso de traumatismos repetidos sobre un nervio cuya capacidad de elongación se ha reducido por: modificaciones cicatriciales, una estructura anatómica anormal que fija este nervio a un desfiladero o por la disminución de la movilidad intrínseca del nervio. Este es el caso del nervio cubital, que sufre una elongación del orden de 4,7mm durante la flexión del codo en la corredera epitrocleo-olecraneana. La fisiopatología de la compresión nerviosa obedece a un mecanismo complejo que puede provocar, progresivamente, alteraciones de la microcirculación sanguínea intraneural y lesiones axonales, así como alteraciones del tejido conjuntivo de sostén.

Trastornos de la microcirculación intraneural

La vascularización de los nervios periféricos se basa en una rica red anastomótica que se distribuye en las tres envolturas conectivas del nervio: el endoneuro, el perineuro y el epineuro. Se ha demostrado en experimentación animal que la disminución de la circulación intraneural es la primera consecuencia de una compresión nerviosa de pequeña amplitud (30-45mm Hg); una compresión mayor provocará una isquemia nerviosa más importante, pero también lesiones anóxicas del endotelio de los vasos intraneurales, estas alteraciones del endotelio generarán trastornos de la permeabilidad capilar, sobre todo de los vasos perineurales, con edema intersticial e incremento de la presión del líquido endoneural. Puede aparecer un verdadero síndrome compartimental intrafascicular, con automantenimiento e incluso agravación de la compresión de las fibras nerviosas. En caso de compresión prolongada, este fenómeno irá seguido de hipertrofia cicatricial del tejido conectivo de las envolturas nerviosas derivada del edema intersticial y de los depósitos proteicos.

[Escriba texto]

[Escriba texto]

Trastornos de las fibras nerviosas

Estos trastornos pueden encontrarse en los transportes axonales, la vaina de mielina o la estructura axonal. Su origen es doble: indirecto en relación con las anomalías de la microcirculación intraneural, que son las más precoces, y directo por compresión mecánica.

Trastornos de los transportes axonales:

Dos transportes axonales, anterógrados, uno rápido y otro lento, permiten dirigir al axón y a las terminaciones nerviosas los elementos sintetizados en el cuerpo celular, que representa la unidad central principal. En cambio, un transporte axonal retrógrado permite transportar sobre todo factores tróficos desde la periferia hacia el cuerpo celular. Experimentalmente, a partir de los 30mm Hg, una compresión nerviosa ejercida durante 2 horas provocará importantes alteraciones de los diversos transportes axonales. Cuanto más importante sea la compresión y su duración, más lenta será la reversibilidad de las alteraciones de los transportes axonales una vez desaparecida la compresión. Así, tras mantener una presión de 200mm Hg durante 2 horas, los transportes axonales sólo volverán a la normalidad después de 3 días. Las consecuencias para el funcionamiento axoplásmico y para la unión sináptica debidas a las alteraciones de los flujos axonales anterógrados no son las únicas observadas, asociándose a ellas anomalías por encima del cuerpo celular debido a trastornos del flujo retrógrado. Se han observado modificaciones morfológicas del cuerpo celular en las células del ganglio espinal posterior debido a una compresión de 30 mm. Hg. durante 2 horas sobre el axón.

Alteraciones de la vaina de mielina:

Las alteraciones de la vaina de mielina van desde su adelgazamiento hasta la desmielinización segmentaria en el lugar de compresión, con desplazamiento de los nódulos de Ranvier que se alejan de la zona de compresión. Tales alteraciones serían mucho más tardías que las producidas en la micro circulación y en los transportes axonales.

Lesiones axonales:

Se clasifican (Seddon) según su gravedad en:

Neuropraxia:

Presión o elongación neural que provoca un bloqueo fisiológico transitorio debido a isquemia. No degeneración walleriana.

Signos y síntomas:

Dolor, ninguna o mínima atrofia muscular, debilidad muscular, pérdida parcial o total de sensibilidad, propiocepción afectada y su tiempo de recuperación suelen ser de minutos a días.

Axonotmesis:

Presión o elongación neural que provoca daño grave en los axones y degeneración Walleriana. Arquitectura interna del nervio está conservada.

Signos y síntomas:

Dolor, atrofia muscular evidente, debilidad muscular, pérdida parcial o total de la función motora, sensorial y simpática y su tiempo de recuperación suele ser de semanas a meses (1 mm. /día).

Neurotmesis:

Compresión o elongación neural severa o prolongada que provoca la sección o desgarro completo con pérdida de continuidad neural.

Signos y síntomas:

[Escriba texto]

[Escriba texto]

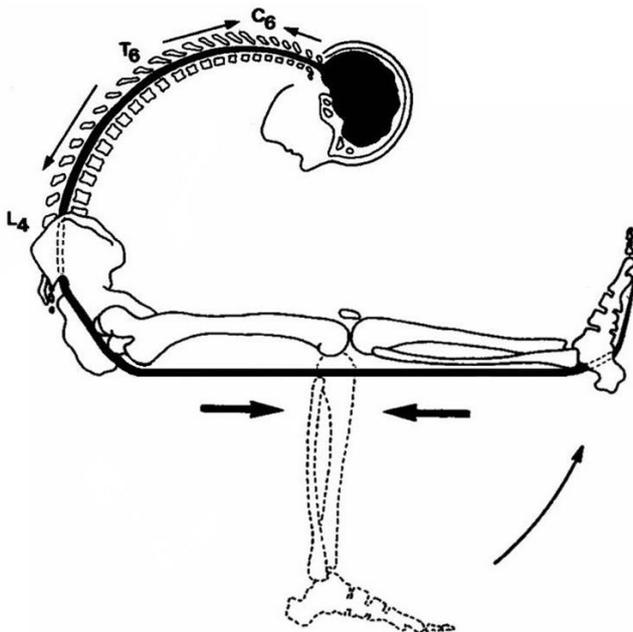
Ausencia de dolor, atrofia muscular, pérdida total de la función motora, sensorial y simpática y su tiempo de recuperación suele ser de meses a años y es de resorte quirúrgico.

PRUEBAS DE ELONGACIÓN NEURAL PARA TRONCO Y MIEMBRO INFERIOR

Test de desplome o slump test

Paciente en sedestación con el pliegue de la rodilla en el borde de la camilla, las manos del paciente reposan unidas detrás de la espalda. El terapeuta se sitúa de pie bien al lado del paciente o bien detrás de él. Una mano controlará la cabeza del paciente y la otra la región cervicodorsal. La técnica comprende varias etapas:

1. Se le pide al paciente que se “contraiga hacia delante” y se añade una sobrepresión para incrementar la flexión torácica y lumbar sin aumentar la flexión de cadera (no utilizar una flexión completa de cadera aporta seguridad al test y sólo se añade en caso de ser necesario).
2. Manteniendo la posición de flexión vertebral se le pide al paciente que incline la cabeza llevando su barbilla hacia el pecho, después se añade una sobrepresión en la misma dirección.
3. Manteniendo igualmente esta posición se le pide al paciente que extienda su rodilla (si hay mayor predominio de dolor en un lado se examinará primero el lado no doloroso para tener una idea de lo que se espera del lado doloroso).
4. Pedimos al paciente una flexión dorsal de tobillo. Hasta aquí se han ido añadiendo componentes de tensión a la cadena neuromeníngea, se deben anotar los cambios en la respuesta del síntoma y en la amplitud de movimiento después de cada etapa.
5. El siguiente paso consiste en ir liberando la tensión a la cadena neuromeníngea relajando la flexión cervical. Se valora la respuesta, algunos sujetos sentirán un alivio inmediato de los síntomas, otros una alteración de los mismos. La técnica se repite para la otra pierna y se comparan ambos resultados. Por último, se realiza la técnica con la extensión conjunta de ambas rodillas.



[Escriba texto]

[Escriba texto]

Respuestas normales al test:

Etapa 2: dolor en región T8 y T9 en aproximadamente el 50% de los individuos normales. Esta respuesta es menos común en individuos de más edad.

Etapa 3: restricción (que debería ser simétrica) en los últimos grados de extensión de la rodilla. Dolor en la parte posterior de la rodilla y en la musculatura isquiotibial.

Etapa 4: restricción en la flexión dorsal de tobillo.

Etapa 5: disminución de los síntomas y aumento en la amplitud de la extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo.

La limitación a una mayor flexión de cabeza, extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo en la posición de máxima tensión del test se debe a que el SNP y el SNC están en completo estiramiento y limitan cualquier movimiento en ese sentido.

Así mismo, en caso de sospecha de trastorno discogénico inestable, no se debe realizar el test o realizarse poco a poco hasta el inicio de los síntomas. La posición de desplome puede contribuir a una mayor protusión del disco sobre el ligamento longitudinal posterior o la duramadre.

PRINCIPALES SÍNDROMES DEL MIEMBRO INFERIOR

Nervio ciático mayor

El nervio ciático mayor es continuación del vértice del plexo sacro. Sus fibras proceden de todas las ramas lumbares y sacras que entran en la constitución de este plexo, y forman el nervio más voluminoso del organismo.

El nervio ciático mayor sale de la pelvis por la escotadura ciática mayor, por debajo del piramidal. Entonces es aplanado y tiene una anchura de 1 a 1,5 centímetros. Desciende primero a la región glútea y después a la región posterior del muslo, hasta el hueco poplíteo, donde se divide en dos ramas; el ciático poplíteo externo y el ciático poplíteo interno. En la nalga, el nervio desciende por el canal comprendido entre el isquion y el trocánter mayor, está cubierto por el glúteo mayor y descansa sobre los músculos géminos, obturador interno y cuadrado crural. En el muslo el ciático mayor está separado del fémur por las inserciones del adductor mayor y de la porción corta del bíceps. Está cubierto a lo largo de casi todo su recorrido por el muslo por la porción larga del bíceps y el semimembranoso. Cuando estos dos músculos divergen, para limitar el triángulo superior del hueco poplíteo, el ciático mayor se divide en sus dos ramas terminales. Sin embargo esta bifurcación puede realizarse en un punto más alto: en la región posterior del muslo, en la región glútea o incluso la pelvis.

Elevación de la pierna estirada EPE (Nervio ciático)

Paciente en supino, terapeuta homolateral a la pierna a examinar. Con la mano caudal toma contacto en la parte posterior del tobillo, la mano craneal lo hace en el tercio inferior del muslo. Se eleva el miembro inferior evitando la flexión de la rodilla. Como en todos los test de tensión se valora la amplitud, la respuesta del síntoma y la resistencia encontrada durante el movimiento, y después se compara con la EPE contralateral. Como respuesta normal la amplitud en sí misma es poco útil clínicamente (varía entre 50° y 120°), por lo que debe ser interpretada junto con la respuesta del síntoma y la amplitud de la EPE contralateral. Como variantes de este test podemos incluir la EPE bilateral y la EPE cruzada, esta última se conoce también como “el test de elevación de la pierna sana”, si es positivo es el mejor indicador de un prolapso discal, probablemente porque la teca dural se moviliza a través del material discal protruido. La EPE está indicada en todos los síntomas vertebrales y de miembro inferior; valora aspectos de la mecánica del SN, desde el pie y a lo largo del neuroeje hasta el cerebro, incluyendo el tronco simpático y el SN en la extremidad superior.

[Escriba texto]

[Escriba texto]

Nervio crural o femoral

Es la rama más voluminosa del plexo lumbar. El crural aparece en el borde externo del psoas y desciende por el canal comprendido entre este músculo y el ilíaco y en la proximidad de la arcada femoral se aplana y penetra en el muslo, pasando por fuera de la arteria femoral y por debajo del ligamento inguinal donde se divide en sus cuatro ramas terminales principales: nervio músculo cutáneo externo, nervio músculo cutáneo interno, el nervio del cuádriceps y el nervio safeno interno.

Flexión de la rodilla en decúbito lateral (Nervio crural o femoral)

Paciente en decúbito lateral, la pierna de abajo en flexión de cadera y rodilla, la pierna de arriba en extensión de cadera y flexión de rodilla. Con ambas manos se abraza la región occipital llevando la cabeza y la región dorsal a flexión. El terapeuta se sitúa por detrás del paciente, con la mano craneal toma contacto por encima del trocánter mayor del fémur, la mano caudal abraza el borde interno de la articulación de la rodilla, el pie del paciente se sitúa sobre el muslo craneal del terapeuta.

Componentes de sensibilización:

Test de tensión del nervio femoral: con la mano caudal se lleva la cadera del paciente a extensión mientras se aumenta la flexión de la rodilla empujando con el muslo. La mano craneal monitoriza el movimiento.

[Escriba texto]