

Cinesiterapia pasiva

EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO

Las retracciones y rigideces son una secuela habitual de la inmovilización prolongada, inhibición por dolor, o reparación tisular con tejido fibroso. Para prevenirlas es necesario limitar la inmovilización y realizar ejercicios y elongaciones sin dolor, o con alguna medida analgésica previa. Para tratarlas, los estiramientos progresivos, preferiblemente con calor local para mejorar la viscoelasticidad del tejido conjuntivo, son una posibilidad antes de tener que recurrir a la cirugía.

Bases fisiopatológicas del efecto de los estiramientos

Existen numerosas técnicas y ejercicios de elongación o estiramiento (*stretching*) descritos con detalle en los libros de fisioterapia y muy conocidos. Unos conocimientos básicos de la fisiopatología del tejido fibroso y de la biomecánica de los estiramientos permiten aplicarlos con mayor eficiencia o incluso elaborar técnicas distintas para casos concretos.

Todo ejercicio de estiramiento pone en tensión las estructuras rígidas o retraídas, dentro de un margen de tolerancia, y sin llegar al desgarro. El tejido colágeno, incluso el fibroso, permite una cierta elongación pasiva de forma exponencial con una ganancia inicial mayor que al final [1]. Al ceder la tracción, el tejido no recupera exactamente la longitud inicial sino que queda un poco más largo, fenómeno que, por su parecido con el aspecto que presenta el papel rizado de crepé, se ha llamado efecto crepé (Figura 12-1). La ganancia obtenida tras la elongación depende de la fuerza y duración de la misma [2]. El efecto crepé requiere por los menos de 5 a 10 segundos de tensión continua [3]. Los estiramientos repetidos van aumentando la longitud inicial del tejido conjuntivo den-

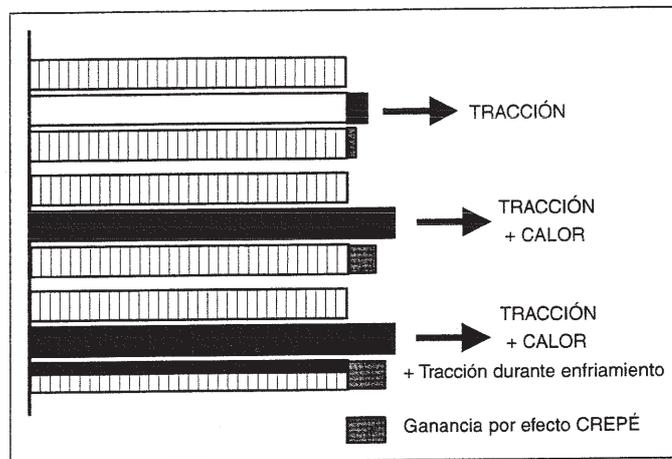


Figura 12-1. Ganancia en longitud del tejido conjuntivo después de la tracción pasiva (efecto *crepé*), sin calor y con calor previo, y durante la elongación.

tro de ciertos límites. Se consigue un mayor efecto *crepé* con elongaciones prolongadas como mediante una postura en tracción o pesos, que con las fuertes y breves realizadas manualmente [1, 4].

El tejido de colágeno patológico tiene poca elasticidad y una elevada viscosidad, que se nota por la resistencia al realizar un estiramiento. Se pueden modificar estas propiedades viscoelásticas elevando la temperatura del mismo por termoterapia y entonces la elongación conseguida es mayor (Figura 12-1). Experimentalmente y con temperaturas de 47.5 °C se consigue cambiar el comportamiento de un tendón rígido a ligamento elástico [5]. Con un aumento a 45 °C aumenta mucho la elasticidad y disminuye la viscosidad [6], pero esta temperatura está ya en el umbral o rango de lesión, que aparece a 43-45° y la aplicación de calor debe ser muy controlada.

Todavía se consigue mayor efecto *crepé* y ganancia en los estiramientos si se aplica el calor antes y durante la elongación, y se dejan enfriar los tejidos acortados manteniendo la tracción [6, 2] (Figura 12-1).

La elongación de tendones, ligamentos y músculos se consigue con un movimiento articular forzado que los tensa. El tejido elongado en particular depende en gran parte de la amplitud del movimiento articular y de la fuerza aplicada. Con una elongación moderada, por ejemplo, flexionando dorsalmente el pie 30° se elonga el tríceps, que es más extensible que el tejido conjuntivo, que sólo responde a una mayor flexión [7].

En el músculo, la elongación se transmite a las fibras musculares por el tejido conjuntivo (perimysio y endomysio). Si este tejido está también adherido o fibrótico, transmite mejor la tensión y el músculo se elonga antes. Después de una serie de estiramientos el músculo aumenta su longitud de reposo, y este cambio es difícilmente explicable sólo por razones biomecánicas y modificaciones en las propiedades viscoelásticas del tejido conjuntivo. Es posible que el propio músculo se alargue por la adición de más sarcómeros en serie, la llamada

miofibrogénesis [7], a la que se atribuye el efecto de las movilizaciones pasivas en el mantenimiento muscular.

Los ejercicios de estiramiento de los músculos que actúan en una articulación aumentan la amplitud articular [8, 9]. El aumento de movimiento articular que sigue inmediatamente a un estiramiento pasivo puede explicarse por el comportamiento viscoelástico del músculo y los cambios pasajeros en su extensibilidad [10]. Algunos autores opinan que bastan 30 segundos para obtener un aumento del ángulo articular [11], pero otros dicen que se necesita más tiempo [12].

La práctica de estiramientos antes de un ejercicio tiene su base científica en el ámbito de la adaptación de los elementos biomecánicos, neurológicos, celulares y moleculares de la fibra muscular [7]. Hay una posible influencia del estiramiento pasivo en el sistema nervioso central y periférico cambiando los husos y aferencias Ia y II, y los órganos tendinosos de Golgi (Ib), que influyen en la actividad de las motoneuronas alfa aumentando el movimiento [13, 14]. Este efecto sería una de las bases de los ejercicios de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF).

Modalidades de estiramiento

Estiramiento estático

Consiste en elongar las estructuras acortadas o fibróticas hasta el máximo y mantenerlas en tensión durante unos segundos. El estiramiento lo puede realizar el propio paciente por contracción de los antagonistas o el fisioterapeuta de forma pasiva para el paciente.

Son bien conocidas las técnicas específicas para el estiramiento de diversas estructuras, existen en esquemas o fotos en numerosas publicaciones [3, 15, 16] y son básicas en la enseñanza práctica de la fisioterapia. En los Capítulos 14 y 20 se detallan algunas. No son maniobras únicas ni es imprescindible conocerlas y seguirlas con detalle. Con experiencia personal y conociendo las bases de biomecánica, movimientos articulares y función muscular, se puede planificar cualquiera de ellas. Durante la realización es posible comprobar cómo se tensa la estructura deseada y como cede elásticamente para tener la certeza de una actuación correcta.

En un ejercicio de estiramiento las estructuras retraídas se elongan al límite. Se puede llegar a un punto de ligera molestia pero no de dolor persistente. A veces, hay una respuesta de contractura muscular, que cede en menos de 6 segundos, por inhibición autógena al estimularse los órganos tendinosos de Golgi [17]. Si hay inflamación articular, el estiramiento tiene que ser muy suave, ya que la inflamación reduce a la mitad la resistencia de los ligamentos colaterales a la tensión y se pueden producir desgarros [18], especialmente en los dedos. En casos inveterados el estiramiento puede ser más fuerte.

La posición de máxima elongación se mantiene por lo menos durante 5-6 segundos. Si la tolerancia es buena, se mantiene hasta 15 [19], y hasta 60 segun-

dos como máximo. La mayor eficacia en flexibilización se obtiene entre 15 y 30 segundos [3, 11, 20, 21]. Con los tiempos prolongados, se fatiga la contracción muscular de los antagonistas y hay que completarla con ayuda, el contrapeso del cuerpo o aparatos.

El estiramiento se repite 3-4 veces para cada músculo [16]. Un estiramiento moderado y prolongado es más efectivo que uno breve e intenso, ya que el efecto crepé del colágeno fibrótico requiere tiempo. Por eso, muchas veces son preferibles las posturas estáticas en elongación de cadera, rodilla y codo durante una aplicación de calor.

Una prescripción de ejercicios de estiramiento debe especificar, a modo de orientación inicial, el número de elongaciones y el tiempo que ha de mantenerse el estiramiento, que después se adaptará según tolerancia y evolución. El primer objetivo del programa es ir aumentando el tiempo de estiramiento hasta alcanzar los 6 segundos, que es el tiempo mínimo eficaz; y después se va aumentando el número de repeticiones [22].

Es recomendable comenzar y finalizar una sesión de ejercicios de potenciación con unos estiramientos.

Los movimientos lentos y progresivos permiten un buen alargamiento de los tejidos retraídos y no provocan reflejo muscular al estiramiento [23]. Nunca serán rápidos y con rebote final, como los balísticos del entrenamiento deportivo, ya que aumentan la contractura muscular y empeoran el dolor.

Los estiramientos estáticos no sólo no están contraindicados en los casos con inflamación o dolor, sino que se incluyen en el tratamiento del dolorimiento muscular por un esfuerzo excesivo [24] y en el de los puntos gatillo durante y después de la aplicación de crioterapia en *spray* [25].

Los ejercicios de autoelongación los puede realizar el propio paciente una vez instruido. Son muy útiles en la vida diaria, como relajación en los descansos durante actividades con posturas estáticas, como leer, escribir a máquina o trabajar con ordenador [22], y la mejor profilaxis de lesiones miotendinosas por sobrecarga.

Una forma indirecta de estiramiento de un grupo muscular es potenciar los antagonistas [3].

Estiramiento alternante activo-pasivo

Es una técnica muy útil en el tratamiento de adherencias miotendinosas y asocia la aplicación de calor y elongaciones repetidas, alternando la tracción del tendón adherido por contracción voluntaria por parte del paciente con la tracción pasiva por el terapeuta [1, 4]. Desde el punto de vista fisiopatológico, se basa en que el tejido colágeno neoformado no está estructurado y la orientación de las fibrillas se organiza según el estrés mecánico. Una tracción longitudinal prolongada y repetida crea una estructura paralela de tendón, poco extensible y muy resistente. Las tensiones en varios sentidos, o longitudinales en sentidos opuestos, organizan las fibras en una red elástica laxa, tipo cápsula periarticular.

Si sólo se hacen tracciones pasivas, la tensión longitudinal en un solo sentido orienta las fibras longitudinalmente y paralelas aumentando la rigidez de las adherencias. Si la tracción por el terapeuta se alterna con la contracción voluntaria del músculo correspondiente, se producen tensiones en sentidos opuestos y una organización laxa del tejido (Figura 12-2).

Estiramiento estático pasivo y prolongado

Corresponde a las posturas de estiramiento, con tracción por medio de pesos o poleas, que se mantienen hasta 15-30 minutos, casi siempre con aplicación de calor en las estructuras que se han de elongar.

La más habitual es la de extensión de rodilla, con el paciente en decúbito prono en una camilla y un peso en el pie, que queda fuera de la mesa. La postura facilita la aplicación de una almohadilla caliente, de ultrasonido o de microonda, en la cara posterior de la rodilla.

Estiramiento balístico

Son ejercicios dinámicos y rítmicos, con rebote, desde la longitud de reposo al límite del arco, en movimientos repetidos agonistas y antagonistas. Muy populares en el entrenamiento deportivo, sólo se recomiendan para personas con buena condición física, ya que tanto en las sedentarias como en las pacientes que están en proceso de rehabilitación después de lesiones recientes, al ser poco controlables en fuerza, pueden distender las fibras musculares y producir microtraumatismos [16]. Además, no se han visto diferencias con los resultados obtenidos con los estiramientos estáticos, que no tienen estos peligros en

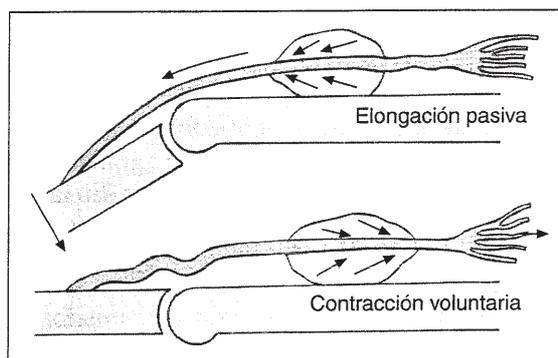


Figura 12-2. Técnica para orientar las fibras de colágeno de una adherencia tendinosa a tejido laxo por tracciones recíprocas después de la aplicación de calor. Alterna el estiramiento pasivo por el terapeuta con la contracción voluntaria por el paciente. (Modificado de Plaja [1].)

dichos pacientes [26]. Los ejercicios balísticos tampoco se deben aplicar a pacientes con dolor, ya que causan un aumento de la contractura refleja al estiramiento como mecanismo de protección; además, una serie de factores psicológicos limitan la elongación brusca, y si ésta se fuerza, se producen lesiones [22].

Técnicas de estimulación neuromuscular propioceptiva (PNF)

Muy difundidas para disminuir la espasticidad y mejorar el control voluntario en hemipléjicos, siguiendo unos esquemas motores definidos [27], incluyen maniobras de estiramiento y contracciones alternantes isotónicas e isométricas, del tipo estiramiento estático, que sirven también para el tratamiento de contracturas miotendinosas y limitaciones articulares.

Normalmente se realizan con el fisioterapeuta, pero es posible hacer algunas sin ayuda apoyando la extremidad contra la pared o un mueble.

Contracción-relajación

El paciente contrae el músculo a estirar oponiéndose isotónicamente a la resistencia que opone el fisioterapeuta durante 10 segundos. Luego lo relaja y deja que el fisioterapeuta mueva la extremidad en sentido contrario elongando el músculo acortado hasta el máximo ángulo articular sin dolor durante otros 10 segundos.

Aguantar-relajar

Parecida a la anterior en la contracción inicial isométrica del músculo retraído a la que se opone el fisioterapeuta, pero se sigue de la contracción concéntrica dinámica por el paciente con moderada oposición del fisioterapeuta.

Inversión lenta-aguantar-relajar

También llamada contraer-relajar-contracción agonista. En una primera fase, se empieza con una contracción isotónica del agonista seguida de una contracción isométrica del antagonista o músculo a estirar. En la segunda fase, sigue la contracción del agonista y al relajar el antagonista la extremidad se mueve y lo estira.

Preparación para los estiramientos

El efecto de los estiramientos se puede potenciar con una aplicación previa de frío o calor.

Crioelongación

Es la aplicación de frío antes de la elongación con el fin de reducir el espasmo y aumentar el arco al estirar [28]. Se utiliza en medios deportivos cuando hay dolor muscular. La técnica más conocida es la de Travell, con un spray refrigerante que se aplica antes de la elongación muscular en los puntos gatillo (Capítulos 4 y 20).

Los estiramientos en la recuperación de distensiones del cuádriceps en el deporte se suelen realizar empleando RICE antes o después como analgésico [29]. Como el frío enmascara el dolor, en evitación de una posible lesión, hay que valorar el caso y los límites aconsejables de la movilización.

Calor

Tiene por objetivo aumentar la elasticidad y disminuir la viscosidad del tejido colágeno para conseguir una elongación mayor y aumentar el efecto crepé.

Para conseguir un mayor efecto de elongación y ganancia es mejor aplicar el calor antes y durante el estiramiento, y continuar la tracción durante el enfriamiento de los tejidos.

El ultrasonido es efectivo por la especial selectividad de absorción por el tejido fibroso. Se recomiendan dosis elevadas de ultrasonido continuo, de 1 ó 3 MHz según la profundidad a tratar, a 1.0-2.5 W/cm², durante 5-10 minutos. Lo mejor es aplicar el ultrasonido poco antes y durante el estiramiento, que se debe prolongar 5-10 minutos después de terminar el ultrasonido [30].

El estiramiento estático en dorsiflexión del tríceps sural en sujetos sanos aumentó al aplicar ultrasonido continuo de 1 MHz a 1.5 W/cm² [31]. El ultrasonido continuo de 1 MHz a 1.0-2.5 W/cm², durante 5 minutos, asociado a ejercicio, es más efectivo para aumentar la amplitud articular de cadera que los infrarrojos [32].

En el tratamiento de rigideces o adherencias por elongación pasiva, la aplicación de calor facilita la elongación y disminuye la posibilidad de desgarros en los tejidos poco extensibles, como se ha demostrado experimentalmente en la cola del ratón [2, 2b]. Con la aplicación de calor antes o durante la elongación, no sólo se obtiene mayor longitud, sino que parte de ella persiste como ganancia de la sesión [5, 6b]. El efecto es todavía mayor y más duradero si se prolonga la tracción durante la fase de enfriamiento después de la sesión.

En tendones y adherencias superficiales se pueden alcanzar estos niveles terapéuticos con calor superficial, en tejidos profundos es necesario aplicar ultrasonido o microonda. El ultrasonido tiene, además, una selectividad específica sobre el tejido de colágeno y las interfaces.

Si es con termoterapia previa, ésta no debe ser considerada como un fin o una forma de terapia pasiva.

MOVILIZACIÓN PASIVA CONTINUA. MPC

Se realiza por medio de dispositivos activados por un motor eléctrico que permiten movilizar pasivamente una articulación de forma ininterrumpida o durante largos períodos. Conocida habitualmente con las siglas MPC, o CPM (del inglés *continuous passive motion*), tiene una gran aplicación en el posoperatorio de traumatismos o cirugía de articulaciones sinoviales. Hay unidades para rodilla, tobillo, hombro, codo, carpo y mano, aunque las más utilizadas son las de rodilla y hombro o codo.

Se programa el ángulo y límites del movimiento, su velocidad, duración de la sesión y frecuencia diaria. Los parámetros iniciales se van modificando progresivamente según tolerancia y evolución.

La MPC se ha desarrollado sobre la base de una larga experimentación animal en relación con los efectos de la inmovilización y movilización articular [33]. Inicialmente se orientó a favorecer la curación y regeneración del cartílago [34, 35], pero actualmente el más importante objetivo en clínica es evitar la rigidez articular después de un trauma o intervención quirúrgica, acelerando la reabsorción del hematoma y el edema.

Para su prescripción con un buen resultado, es muy importante conocer la fisiopatología de las rigideces articulares que se producen después de un traumatismo o de una operación, y saber que la MPC es eficaz en las primeras horas o días, durante la fase de hemorragia y edema, pero poco efectiva en el estadio de granulación e ineficaz en la fibrosis [36].

Fisiopatología de la cicatrización y las rigideces articulares

Una lesión traumática en una articulación evoluciona en cuatro estadios [36].

Hemorragia

En los primeros minutos u horas después de un traumatismo o intervención quirúrgica, se produce una hemorragia que causa distensión de la cápsula e hinchazón en los tejidos periarticulares. La cápsula alcanza el mayor potencial de distensión con un ángulo determinado para cada articulación. En la rodilla, es de proximadamente 35° de flexión [37, 38] y en el codo, 80° de flexión [39]. La desviación de esta posición de la articulación con los tejidos periarticulares hinchados aumenta la presión hidrostática y origina intenso dolor y resistencia al movimiento; por eso, el paciente mantiene instintivamente la articulación en el ángulo con menor distensión.

Edema

En las horas o días siguientes, los mediadores de la inflamación liberados por las plaquetas y las células lesionadas o muertas provocan una dilatación de

los vasos sanguíneos próximos con filtración de plasma a los tejidos periarticulares, que acumulan edema y pierden flexibilidad. La articulación, rodeada de tejidos a tensión, tiene un movimiento limitado y es dolorosa [39, 40]. La limitación articular es puramente mecánica por la acumulación de líquido.

Tejido de granulación

Se forma en los primeros días o semanas. El tejido de granulación, muy vascularizado, es laxo y posee unas propiedades mecánicas entre los de un coágulo muy organizado y las de un tejido fibroso aerolar poco firme. Poco a poco, la limitación articular por la acumulación de líquido del estadio anterior se transforma en limitación por la formación de una matriz sólida extracelular.

Fibrosis

El tejido de granulación madura y se transforma en un tejido denso cicatrizal con elevado contenido de fibras de colágeno tipo I en la matriz extracelular.

Efectos de la MPC

Reabsorción del hematoma y del edema periarticular

Es importante en las primeras horas o días de la lesión. En el conejo se ha comprobado que una inyección intraarticular de 2 ml de sangre con hematíes marcados se reabsorbe casi totalmente a las 48 horas de la MPC y no quedan residuos a la semana, mientras que en la rodilla inmovilizada persistían restos. El aumento de reabsorción se calcula en más del 100% [41].

En clínica, 30 minutos de MPC de los dedos con la extremidad elevada logra una mayor disminución del edema en la mano que la simple elevación [42]. Con la MPC se produce una oscilación regular de aumento y disminución de la presión intraarticular y de los tejidos periarticulares [43], con un efecto de bombeo que exprime y facilita la reabsorción de sangre en la articulación y del edema periarticular [44]. Clínicamente, durante la MPC, se han podido demostrar los cambios cíclicos de presión en el compartimiento posterior de la rodilla y el aumento de la velocidad de flujo en la vena femoral [45], y lo mismo ha sucedido en tres estudios con la disminución del edema al medir la circunferencia de la rodilla [46, 47, 48]. En las primeras 24 horas el edema puede aumentar o reproducirse en cuestión de horas, por lo que es necesaria la movilización continua, que sólo se interrumpe para acudir al baño. En los días siguientes, con menor peligro de edema, se puede interrumpir la movilización durante períodos más largos [36]. La reabsorción es más eficaz si se moviliza la articulación en todo su arco de movimiento, de manera que las oscilaciones de presión sean máximas.

Acción analgésica

La movilización rítmica de la articulación genera estímulos propioceptivos en los sensores periarticulares con activación de las fibras A- β y modulación medular del dolor según la teoría de la puerta [49]. La MPC disminuye el consumo de analgésicos en comparación con la fisioterapia estándar [49, 50], aunque en otros trabajos estos resultados son poco demostrativos [36].

Aumento de amplitud articular

Principalmente es consecuencia de la disminución del edema y el hemartros, aunque se ha visto ganancia en la flexión sin que disminuya el perímetro de la rodilla [51]. Como se detalla en las indicaciones, hay una recuperación rápida de la movilidad y los pacientes prefieren la MPC a los simples ejercicios o movilizaciones.

En las indicaciones principales, como el postoperatorio de la reconstrucción del ligamento cruzado o la prótesis total de rodilla, hay una rápida recuperación de la movilidad, poco dolor, y por otro lado los pacientes la prefieren a los simples ejercicios o movilizaciones.

Movimiento sin fatiga muscular

Permite mantener la movilización durante horas sin fatiga muscular, y además el paciente no tiene miedo al dolor por la movilización pasiva manual.

Aceleración de la cicatrización

Experimentalmente, en el conejo se ha visto a las tres semanas un aumento del 200 % en la resistencia de la herida [52].

Aplicación

El manejo, la programación y la aplicación de un dispositivo de MPC requieren cierta formación y cuidado en la selección de los parámetros para que sea eficaz.

Comienzo

Desde el punto de vista fisiopatológico la MPC es efectiva en la fase inicial de hemorragia y edema y hasta el final del segundo estadio [36]. Por tanto, debe comenzar en el posoperatorio inmediato, ya en reanimación [45, 50, 51, 53], o

como máximo a las 12-24 horas. Si se tarda una semana pierde efectividad [54, 55]. El drenaje dejado en la intervención y la postura en elevación de la articulación favorecen y potencian la MPC. En cambio, durante la flexión los vendajes compresivos circulares pueden formar pliegues, con peligro de producir una isquemia o lesiones cutáneas. Es importante sustituirlos cuanto antes por vendajes elásticos tubulares bien almohadillados.

La MPC produce cierto grado de analgesia pero si se produce un dolor intenso al intentar iniciar la movilización, se pueden dar analgésicos, incluso aplicar un bloqueo del plexo correspondiente. En vez de supeditar la movilización a la tolerancia al dolor, hay que procurar la analgesia necesaria al movimiento necesario, que es lo más importante [36].

Ángulo de movimiento pasivo

Para que la reabsorción sea más eficaz y obtener las máximas oscilaciones de presión hidrostática, se intentará movilizar cuanto antes la articulación en todo su arco [36].

En las primeras 24 horas no hay diferencia en cuanto al resultado final por movilizar de forma tradicional, hasta 40-60°, o de forma más agresiva, hasta 70-90° [56]; pero sí hay una diferencia significativa si se espera a empezar el segundo día con 0-40° y se van aumentando 10° según tolerancia, o se empieza en reanimación con 70-100° de flexión y se avanza la extensión 20° el primer día, para realizar la extensión completa el segundo día, siendo mejor la amplitud articular al año con la segunda pauta. Otros comienzan en reanimación con 0-40°, aumentando progresivamente 10° por día hasta 90° [45, 50, 53, 55].

Después de la reconstrucción del ligamento cruzado lateral, se empieza la MPC ya desde el primer día con 60°, durante tres días, para aumentar a 90° si lo tolera el paciente, asociando a esta terapia la aplicación de frío [50].

Velocidad

Si la movilización es constante y gradual, la analgesia es mejor. Un ritmo lento es superior a uno rápido de 45 segundos por ciclo [33].

Intervalos de movilización

En las primeras 24 horas el edema puede tender a aumentar o reproducirse en cuestión de horas, por lo que es recomendable la movilización continua, que sólo se interrumpe para la higiene personal. En los días siguientes, con menor peligro de edema se puede interrumpir la movilización durante períodos más largos [36]. En general se recomienda movilización continua durante el primer día y un tiempo mínimo de 8-10 horas los días siguientes, durante 1-3 semanas, a veces incluso hasta 6 [33]. En la prótesis total de rodilla, la pauta más aceptada

es la movilización continua desde el primer día hasta el séptimo del postoperatorio, con movilización las 24 horas del día durante 4 días [55]. Otros recomiendan 16 horas de movilización los tres primeros días [50].

Una sesión de 8 horas puede ser tan efectiva como una de 24, pero no comparable con sólo 2 horas [33]. Como al iniciar la movilización el paciente puede notar molestias, aunque pasajeras, una ventaja de la aplicación continua los primeros días es que se despierta ya con la MPC en marcha y sin dolor [33].

En un estudio se compararon el modo tradicional de aplicación de la MPC (0-40° inicialmente hasta 0-60° en 24 horas y parando a las 48 horas) y un modo más agresivo de 0-70° en reanimación hasta 0-90° a las 24 horas, parando a las 48 horas), y en ambos casos se continuó con fisioterapia hasta la máxima amplitud posible. Un tercer grupo sólo recibió fisioterapia desde el primer día, es decir, sólo MPC en un primer estadio. No se encontraron diferencias entre los 3 grupos en cuanto a arco de movilidad al cabo de un año [56].

Duración

Desde un punto de vista fisiopatológico la duración útil es de unas 3-4 semanas como máximo en la rodilla y 2 en el codo, siguiendo después con ejercicios activos. En general, en la rodilla son suficientes de 1 a 3 semanas, pero en algunos casos pueden ser necesarias hasta 6.

Un criterio práctico es aplicar MPC en la rodilla hasta que el movimiento activo sea igual al pasivo [33], o hasta que se consiga un 80 % de movimiento sin dolor.

Tratamientos asociados

Para aumentar la analgesia y facilitar la movilización, se puede añadir a la MPC frío en *packs* o TENS, que pueden disminuir el consumo de fármacos [50].

Los ejercicios isométricos y de feedback muscular tienen como finalidad retrasar la atrofia muscular.

Evidencia

Varios trabajos han comparado el uso de MPC y la fisioterapia tradicional. En uno, con fisioterapia estándar sola y con MPC, sus autores, no vieron diferencias en la disminución en el consumo de analgésicos, el tiempo de hospitalización ni la ganancia de amplitud articular [57]. En otro, no encontraron diferencias en la amplitud articular, aunque con sólo 5 horas de MPC [58]; y aún otros la consideran innecesaria y creen que con buenos ejercicios estándar y en plano deslizante se obtienen los mismos resultados a largo plazo [59]. Tampoco queda clara su influencia en la disminución del consumo de analgésicos o en la profilaxis de las trombosis venosas [60].

En cambio, en otros trabajos sobre prótesis total de rodilla se ha comprobado que con la MPC la estancia en el hospital es más corta que con la inmovilización durante 7 días antes de iniciar la flexión [55]; además hay un aumento de la flexión sin problemas de cicatrización [61], y se obtiene una ganancia de amplitud articular mejor y más cómoda, ya que los pacientes la prefieren a la rehabilitación estándar [62]. En la reconstrucción del ligamento cruzado lateral, con un programa estándar de rehabilitación, si se añade MPC desde el primer día disminuye el consumo de analgésicos [63].

Comparando la MPC temprana con la inmovilización de las rodillas sólo durante 3 días, la ganancia articular al año es mejor en el primer caso [45, 53].

La MPC no previene la embolia pulmonar, ni la aparición de trombosis venosa en el muslo, pero sí en la pierna [62].

Si bien se ha discutido el uso de la MPC frente a la rehabilitación estándar en cuanto a ganancia articular, analgesia o acortamiento de estancias, un aspecto interesante es la disminución con la MPC de las movilizaciones forzadas necesarias por la rigidez resultante, que tienen un coste elevado [47, 51, 60, 64].

La aplicación adecuada de MPC, siempre que no se facture aparte [51], puede reducir los costes, ya que disminuye la necesidad de personal y manipulaciones bajo anestesia u otras intervenciones por secuelas de rigidez [36].

Indicaciones

En todas los traumatismos o intervenciones articulares con riesgo de secuela de limitación articular. Las principales son las siguientes: prótesis total de rodilla, reconstrucción del ligamento cruzado anterior, menissectomías, sinovectomías, resección de calcificaciones heterotópicas, reparaciones tendinosas, manipulación bajo anestesia, liberación de adherencias por artroscopia, osteosíntesis de fracturas intrarticulares, reparación del manguito de los rotadores, microfracturas del cartílago articular, trasplantes de cartílago, o suturas.

Hay aparatos de MPC para rodilla, hombro, codo y dedos.

Prótesis total de rodilla

Es la principal indicación en el posoperatorio, produciéndose una rápida recuperación de la flexión [46, 51, 64]. Es importante comenzar cuanto antes, ya en reanimación, puesto que sólo unos días de inmovilización empeoran el pronóstico [45, 53, 55]. Se puede comenzar con 60° y aumentar 10° cada día [55], mejor asociando a esta terapia la aplicación de frío o TENS [50].

Reconstrucción de ligamento cruzado

Se aplica MPC desde el primer día hasta 60°, 16 horas diarias, y el tercer día se aumenta a 90° si lo tolera el paciente. El beneficio que se obtiene es mayor si

se combina con el programa estándar de rehabilitación [63]. Se puede asociar con frío, TENS, ejercicio isométrico o feedback muscular.

Calcificaciones heterotópicas

Se ha aplicado en calcificaciones heterotópicas de rodilla en casos de lesión cerebral con mejor resultado que la fisioterapia convencional [65] y después de la extirpación de dichas calcificaciones [36].

Posibles contraindicaciones y complicaciones

El aparato se debe ajustar con mucho cuidado para que el ángulo y el plano de movimiento sean fisiológicos, y la alineación debe comprobarse periódicamente.

La MPC está contraindicada en caso de distensiones ligamentosas, articulación inestable, o poca fijación de una fractura [36].

Se pueden producir algunas complicaciones, en general pasajeras y poco importantes.

La más frecuente en la prótesis total de cadera es la hemorragia, que se manifiesta por un aumento de sangre en el drenaje, aunque no requiere medidas especiales [56, 66]. Se ha descrito interferencia en la cicatrización en un caso de prótesis de rodilla [67], pero no en otros trabajos [37, 51, 61]. Tampoco en el codo, salvo en casos de suturas frágiles o grandes injertos pediculados [36].

La dehiscencia de la herida se puede producir en casos de hemartros o edema abundante, en los que no es prudente la MPC en un ángulo total de movimiento ya que aumenta mucho la presión intraarticular. En este caso, y hasta la reducción del edema, se hacen sólo pequeños movimientos en los extremos del arco conservado.

Los injertos amplios en la cara de flexión o extensión requieren un especial cuidado limitando el arco y ganándolo muy poco a poco. Hay que evitar también los vendajes compresivos circulares y sustituirlos por medias tubulares elásticas.

Es posible la compresión del nervio CPE por la cabeza del peroné si no se evita el apoyo contra la estructura del aparato.

La MPC, pese a aumentar la circulación venosa [45] no previene la embolia pulmonar, ni la aparición de trombosis venosa en el muslo, pero sí en la pierna [62].

TRACCIÓN VERTEBRAL

Muy difundida entre los años cuarenta y sesenta para el tratamiento de las hernias discales, disminuyó su popularidad, pero sigue siendo utilizada y analizada en sus efectos biomecánicos, que demuestran un efecto objetivo sobre las estructuras vertebrales.

Indicaciones de la tracción vertebral

Actualmente la tracción vertebral se indica con menos frecuencia que hace unos años [68], quizá por la intolerancia del paciente a una fuerza suficiente [69] o el coste de un aparato si es un modelo sofisticado.

No hay conclusiones en la medicina basada en la evidencia por la escasez de publicaciones y la gran heterogeneidad de métodos, fuerzas y tiempos de aplicación. Aunque algunos dicen que su único efecto es la inmovilización temporal durante el tratamiento [70], otros la consideran una terapia a tener en cuenta como complementaria para iniciar y mantener un tratamiento activo, o combinado con otras modalidades conservadoras, que puede mejorar los síntomas de la lumbalgia [71, 72, 73, 74, 75, 76].

Se considera que en toda irritación o compresión radicular, por traumatismo proceso degenerativo o compresión discal, puede ser beneficioso probar la tracción [71]. De acuerdo con sus efectos fisiológicos, está indicada en discopatías con radiculopatía [72, 74, 76, 77], ya que con la tracción se reduce el prolapso y se produce una mejoría clínica [78, 79, 80, 81, 82]. La mejoría se puede atribuir a la reducción de la hernia o a cambios en otras estructuras, como el aumento de tamaño de los agujeros de conjunción, la disminución de tensión en los tejidos blandos y nervios o la modificación del tono de los músculos paravertebrales [30].

También es útil en la lumbalgia y la cervicalgia inespecífica [83, 84, 85].

Contraindicaciones

Algunas son generales y otras específicas de tracción lumbar o cervical [71].

Tumores, compresiones medulares, infecciones (tuberculosis, osteomielitis, discitis), fracturas inestables, artrodesis vertebral, osteoporosis grave, hipertensión, enfermedades cardiovasculares.

Compresión medular, vejiga neurógena.

Para la tracción lumbar: embarazo, lesiones de cola de caballo, problemas abdominales (úlcera péptica, hernia de hiato u otras, aneurisma aórtico, hemorroides). Interrumpirla inmediatamente si empeora el dolor, o aparecen parestesias, paresia, o intolerancia cardiorrespiratoria a la cincha torácica.

Para la tracción cervical: hernia discal central, laxitud articular, artritis reumatoide, enfermedad arterial vertebral o de carótidas. Interrumpirla inmediatamente si aparecen náuseas, vértigos, o aumento del dolor temporomaxilar o en el cuello.

Tracción lumbar

La mayor parte de los tratados actuales describen su técnica y posibilidades [30, 86, 87, 71, 88].

Modalidades de tracción lumbar

Continua en cama

Popular hace unos años, incluso aplicada durante semanas, se ha ido abandonando al comprobar que no era eficaz y que si se prolonga más de una o dos semanas, favorece y agrava los efectos nocivos del reposo, especialmente rigideces articulares, atrofia muscular, desmineralización ósea, úlceras por decúbito y tromboembolia [89].

Se ha indicado durante 20-40 horas en casos de dolores intensos [90], pero suele ser mal tolerada por el paciente y es difícil mantener una tracción regular. La fuerza a aplicar tiene que ser moderada, menos de 9 kg. Posiblemente el efecto analgésico se deba más a la inmovilización impuesta por la incomodidad de las cinchas que por la tracción [91].

Continua en sesiones

También denominada sostenida, se aplica por un período máximo de 20-60 minutos con la misma fuerza [90], diariamente en pacientes ingresados y en días alternos en ambulatorios. Para que el paciente pueda tolerarlas, se aplican fuerzas moderadas, unos 30 a 96 Kg, y en mesa de tracción deslizante, para conseguir una simple elongación de partes blandas o una separación de las vértebras. Se ha publicado que para producir lesiones se necesitan fuerzas de más de 190 kg [92, 93].

Intermitente

La fuerza aumenta y disminuye cíclicamente durante la sesión. Los parámetros son variables: de 7-10 segundos de tracción / 5 segundos de descanso a 30-60 segundos de tracción / 10-15 segundos de relajación durante 15-25 minutos [94].

Teóricamente se pueden aplicar fuerzas mayores que en la continua, pero creemos que es conveniente seguir la misma pauta detallada en el apartado anterior.

Sistemas de tracción lumbar

Autotracción activa

La realiza el propio paciente y puede realizarla en su casa una vez instruido.

Puede ser un ejercicio sencillo en decúbito supino, flexionando completamente ambas extremidades inferiores, o una sola, por la cadera y la rodilla, y apretándolas contra el tronco con las manos en las piernas. Se produce una flexión que rectifica la lordosis lumbar con separación de carillas articulares y abertura de los agujeros de conjunción.

La tracción axial se puede conseguir sentado en un sillón y levantando el cuerpo con las extremidades superiores apoyadas en los reposabrazos hasta dejar

las nalgas sin contacto con el asiento. El peso del cuerpo desde la cintura escapular fija realiza la tracción. Es conveniente que los pies permanezcan apoyados en el suelo para controlar la postura lumbopélvica.

Algo más complicada, por requerir una barra horizontal, es la que se realiza al colgarse de ésta con las manos. También los pies deben seguir en contacto con el suelo para controlar la pelvis.

Hay aparatos especiales con poleas que realizan la autotracción vertebral por extensión de las extremidades superiores o inferiores.

Las tracciones se efectúan durante 3-6 segundos, con descansos de 60 segundos, a lo largo de 30-60 minutos. Las sesiones son diarias, dos veces por semana, hasta un total de 10 [95].

Tracción manual

Hay diversas técnicas, como tratamiento o como test previo a una tracción mecánica, descritas con detalle en varios tratados y artículos [87, 96, 97]. Se suelen realizar en una mesa de tracción, con segmentos deslizantes. Resulta cansada para el terapeuta y, por otro lado, la tracción manual lumbar no es muy popular. Sí lo es, en cambio, la cervical, ya que no precisa aparatos.

El paciente se coloca en una serie de posturas que permiten movilizar selectivamente un segmento determinado, y fijando el tronco con el pecho o un brazo realiza la tracción del segmento inferior con el otro brazo.

Con la fijación del tronco superior con el arnés de la mesa se pueden realizar tracciones libres de una extremidad inferior.

Tracción en inversión, por gravedad

En la llamada terapia de inversión, el paciente se sujeta por los pies o la pelvis en una barra, o un aparato especial que se verticaliza con la cabeza hacia abajo. La tracción es ejercida por el peso del hemicuerpo superior contra la pelvis fija [98, 99, 100], que se calcula que es un 40 % del peso total del paciente [101]. El tiempo mínimo cabeza abajo es de 70 segundos, y con descansos de 2-3 minutos se puede repetir 2-3 veces en cada sesión [99, 102]. La postura es incómoda y se producen cambios neurovegetativos y cardiorrespiratorios importantes [102] que muchos pacientes no toleran. Algunos recomiendan probar primero si el paciente soporta durante un minuto, sin vértigo ni mareos, permanecer en posición cuadrúpeda con la cabeza hacia abajo tocando el suelo [99].

Tracción mecánica

Hay infinidad de dispositivos y mesas especiales para ella. El paciente se sujeta con una cincha torácica y otra pélvica. En general, la torácica queda fija y la pélvica se conecta a una cuerda y polea para ejercer la tracción.

El sistema más sencillo es con pesos al final de la cuerda colgando de la polea. Se puede interponer un dinamómetro o simplemente calcular los pesos.

Los aparatos más completos cuentan con un motor eléctrico que ejerce una tracción controlada y mantenida automáticamente. Los sistemas más sofisticados permiten programar las fases de la sesión y calcular la tracción según el peso del paciente, y el aumento necesario en cada sesión.

Un problema es la pérdida de la fuerza de tracción por efecto del roce, especialmente de la parte corporal inferior que se apoya sobre la mesa. Es importante que la mesa tenga un segmento móvil, que se desliza sobre ruedas, en el que se apoya la pelvis y las extremidades inferiores y puede separarse del segmento del tronco.

Otras soluciones menos utilizadas son la suspensión del cuerpo en el aire o en una piscina o tanque con el cuerpo sumergido [103].

Al principio, se practicaban tracciones lumbares con grandes fuerzas, de 136 a 180 kg [84, 104], pero sólo de forma interrumpida para que se pudieran tolerar. Con el perfeccionamiento de las mesas con sección deslizante se ha ido optando por fuerzas más reducidas, de 18 a 70 kg, y una tracción más prolongada, que ha demostrado ser igual o más efectiva [76, 94, 105, 106, 107].

Efectos fisiológicos de la tracción lumbar

Separación de las articulaciones interapofisarias y ensanchamiento de los orificios intervertebrales

El aumento del espacio intervertebral está en parte relacionado con la rectificación de la curvatura fisiológica [108]. Una fuerza del 25 % del peso corporal alarga la columna, pero para separar las articulaciones interapofisarias se necesita un 50 % [109], y en las lumboartrosis todavía más [30, 110]. La separación depende de la fuerza, el ángulo y el tiempo de aplicación. En la columna lumbar varía de 0.25 mm con 20 kg de tracción a 2.6 mm con 180 kg [94] y el espacio normal se recupera antes de media hora.

Con la separación se consigue una mejor irrigación articular y radicular y una estimulación propioceptiva con modulación del dolor [92, 93, 111]. En las radiculopatías el objetivo de la tracción vertebral es distender las articulaciones interapofisarias y liberar la raíz de parte de su compresión a este nivel.

Acción sobre el disco intervertebral

En cadáveres se ha observado una retracción que se ha interpretado como una verdadera succión y reducción de una hernia discal. En vivo también se ha comprobado este efecto y se ha planteado la utilidad de la tracción, aunque no se sabe si la reducción es sólo pasajera.

Con una tracción mecánica de 22 a 45 kg se han producido presiones negativas de -100 a -160 mm Hg en un disco herniado L4-L5 [112]. Hay muchos trabajos con control por imagen que demuestran que con fuerzas de 27 a 55 kg se reduce una hernia discal coincidiendo con una mejoría clínica [80, 81, 82]. No todas las modalidades de tracción tienen el mismo efecto. En la autotracción,

posiblemente por la poca fuerza aplicada, la presión intradiscal aumenta por contractura muscular y varía muy poco con la tracción manual [113, 114]. En la tracción por gravedad la presión intradiscal disminuye un 25 %, pero sigue siendo positiva [115].

Elongación de músculos y ligamentos

Una tracción del 25 % del peso corporal elonga los tejidos blandos y relaja la musculatura vertebral [30].

El efecto más útil es la relajación de la contractura muscular paravertebral [79, 116], que puede ser debida a la disminución de la presión sobre las estructuras nociceptoras, por estimulación propioceptiva con acción medular moduladora del dolor [94], que estimula los mecanorreceptores y aumenta la movilidad articular [93, 117]. También, por romper el círculo dolor-contractura-dolor [30] o por disminución de la respuesta monosináptica por excitación de los órganos de Golgi, lo que inhibe las motoneuronas α [118]. Se ha comprobado electromiográficamente que hay un aumento de actividad muscular al iniciar la tracción seguida de relajación a los 3-6 minutos [119,120]. Al tensar el ligamento longitudinal posterior, poco extensible, se ejerce una fuerza centrípeta sobre el anillo fibroso [90].

Técnica de aplicación de la tracción mecánica

Colocación de los arneses

El arnés o cincha de fijación torácica tiene que ser de material antideslizante y estar en contacto directo con la piel, sin camisa. Es preferible con forro de plástico, que se adhiere a la piel mejor que el de algodón [117]. Se coloca con el paciente de pie, aunque algunos lo colocan ya en decúbito; la almohadilla inferior debe estar a la altura de las últimas costillas.

El arnés o cincha pélvica se coloca apoyando la almohadilla superior a nivel, o algo por encima, de las crestas ilíacas.

Ambas cinchas deben estar bien sujetas, aunque sin agobiar al paciente.

Según la dirección de tracción elegida se colocan con las cintas delante o detrás.

Postura en decúbito

La posición corporal en la mesa es importante y requiere, en sucesivas sesiones, tanteos de postura y correcciones con pequeñas almohadillas hasta conseguir la mejor alineación de la columna y la máxima comodidad para el paciente, de modo que éste se pueda relajar durante el tratamiento.

En general el paciente se coloca en la mesa en decúbito supino. La mejoría del dolor es más rápida y eficaz si la columna lumbar se coloca en moderada flexión [76, 90]. La postura estándar es con las piernas sobre un taburete y las

caderas en flexión entre 75 y 80° y un ángulo de tracción de 18°, que da mayor separación vertebral global [94] (Figura 12-3).

Aunque menos empleado, en decúbito prono hay más relajación muscular y en pacientes con discopatía menos dolor, pero hay menos distensión de las articulaciones [117].

Flexión de caderas

Determina el grado de lordosis lumbar y permite localizar el efecto de movilización, o separación, intervertebral. Se puede favorecer una actuación selectiva de nivel según el grado de flexión de las caderas (Figura 12-4). Con las caderas en flexión entre 45 y 60°, la tracción se localiza a nivel L5/S1. Con 60-75° el nivel es L4 / L5, y con 75-90° el nivel es L3/L4. Con una flexión mayor de 90°, se tensa el ligamento amarillo que neutraliza la tracción.

Se puede flexionar sólo una cadera para localizar la tracción lateralmente. En casos de poca lordosis o cifosis lumbar se puede colocar el paciente en decúbito prono.

Dirección de la tracción

La determina la fijación de las cintas en la cincha pélvica.

En decúbito supino, con ligera flexión lumbar para distender las estructuras posteriores, las cintas se colocan en la parte posterior de la cincha. En decúbito prono, con la columna en posición neutra o en ligera extensión, para distensión de las estructuras anteriores, las cintas se colocan anteriores para la tracción anterior de la pelvis [121].

A mayor elevación de la polea, mayor será la corrección de la lordosis.

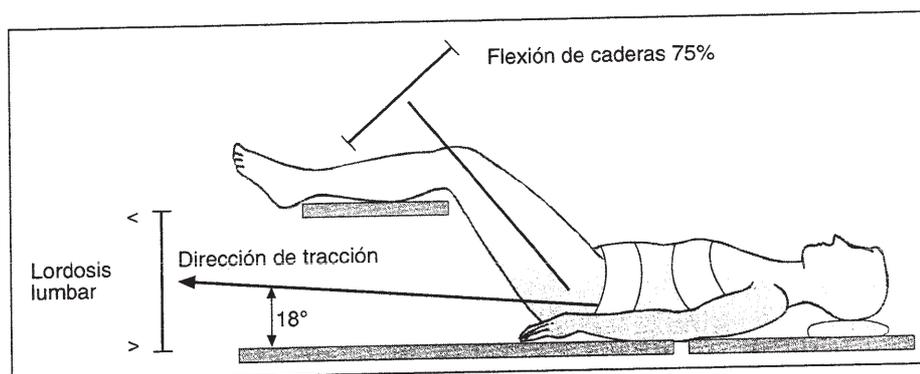


Figura 12-3. Postura más habitual de las caderas y dirección de la tracción lumbar. A partir de ellas, se puede ajustar el nivel de actuación en la columna lumbar (Figura 12-4) y el grado de lordosis.

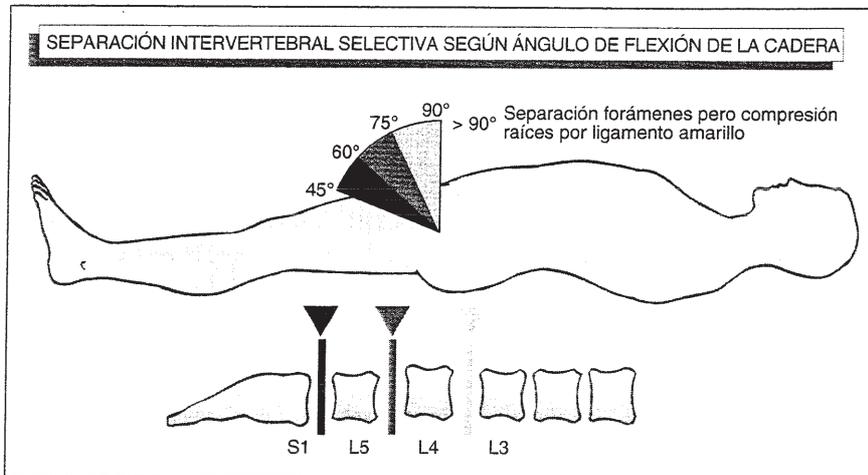


Figura 12-4. Según el ángulo de flexión de la cadera durante la tracción lumbar, se puede localizar el espacio intervertebral con mayor separación.

Fuerza aplicada

La fuerza aplicada, medida con un dinamómetro, no actúa en su totalidad sobre la columna, ya que hay pérdidas por roce en la camilla y deslizamientos o elasticidad de las cinchas y la piel.

Una pauta de tratamiento aconsejable [88] con tracción continua lumbar se relaciona con el peso corporal. Empezar con un 35 % del peso del paciente y aumentar un 5 % en cada sesión, hasta un máximo del 100 %, o menos si ya se obtiene mejoría.

Tiempo de tracción continua

Empezar con 5 minutos en pacientes con mucho dolor y 10-15 minutos en otros casos, y aumentar 1-2 minutos por sesión hasta un total de 20-30 minutos. Al final de la sesión se hace una descompresión progresiva durante 2 minutos. La duración total de la sesión es corta en las hernias discales [109, 122] y el paciente debe relajarse en decúbito unos minutos antes de levantarse.

En total son 15 sesiones a un ritmo diario o alterno. Si se observa una mejoría progresiva, se pueden dar hasta 20.

Asociación con calor

Tiene un efecto relajante muscular y aumentar la extensibilidad.

¿Tracción lumbar continua o intermitente?

No parece que haya grandes diferencias entre ambos métodos en el tratamiento de las lumbociáticas. La continua parece más adecuada para las hernias

discales [74, 116, 117], pero la intermitente es más cómoda para el paciente, permite tolerar más fuerza y que las sesiones sean más largas.

La transición entre períodos de tracción y de descanso debe ser progresiva y regular para evitar sacudidas.

Los períodos de tracción/descanso dependen del objetivo de la tracción [109]. Para relajar la contractura muscular son rápidos; 5/5 segundos; para distender las pequeñas articulaciones 15/15 segundos, y para las discopatías 60/20 segundos. La duración total de la sesión es de 20-30 minutos en todos los casos. También dependen de la tolerancia del paciente; en casos de mucho dolor es preferible dar tiempos largos, ya que los cambios pueden ser molestos. Al mejorar se van acortando los tiempos, pudiéndole llegar a 3/5 segundos [30]. La fuerza de tracción sigue la misma pauta progresiva de la tracción continua. Es frecuente mantener también cierto grado de tensión en las fases de descanso, por ejemplo, un 25-50 % de la fuerza de la fase activa, que impide un efecto rebote doloroso para el paciente al liberarlo de toda la fuerza.

Tracción cervical

Efectos fisiológicos

En su mayoría son equiparables a los señalados en la tracción lumbar, salvo en las fuerzas aplicadas para obtenerlos.

Se ha podido demostrar la separación de las articulaciones interapofisarias y la ampliación de los agujeros de conjunción con un 7 % del peso corporal [123, 124, 125, 126, 127]. Con la separación se consigue una mejor irrigación articular y radicular, y una estimulación propioceptiva con modulación del dolor [111].

El aumento del espacio intervertebral depende de la fuerza, el ángulo y el tiempo de aplicación, aunque en la columna cervical alcanza sólo unas decenas de milímetros con fuerzas de 10 a 25 kg [123, 124, 127] y se recupera antes de media hora.

La analgesia posiblemente se produce por estimulación propioceptiva con una acción medular moduladora del dolor [93, 128].

Sistemas de tracción cervical

Autotracción activa

La realiza el propio paciente, incluso en su propia casa, una vez instruido y dotado del utillaje necesario.

Se precisan un barboquejo y una cuerda y una polea para sujetar en el marco de una puerta o viga. El paciente se sienta en una silla o taburete. Se obtienen tracciones de fuerza muy limitada por la inhibición del propio paciente.

Tracción manual

Es la realizada por el fisioterapeuta sujetando y elevando la cabeza del paciente con sus manos [129, 130]. Al no necesitar utillaje, es más popular para la columna cervical que la tracción manual lumbar. Es menos efectiva que la mecánica.

Tracción mecánica

La más simple es la ejercida por un peso y un sistema de poleas sujeto en el techo o en un soporte en la vertical del paciente. La cabeza del paciente se fija con un barboquejo. Este dispositivo, de bajo coste o casi improvisado, se puede instalar en el domicilio.

La tracción con motor eléctrico es la más utilizada, y los aparatos tienen un regulador automático de tracción y muchas veces un programador para las sesiones intermitentes. Todos deben contar con un dispositivo de seguridad para evitar un aumento de tracción o una descarga brusca en caso de avería, y con un pulsador de desconexión que active el paciente si experimenta intolerancia.

La mayoría de los aparatos permite la tracción cervical vertical con el paciente sentado, y la horizontal con el paciente en decúbito en una camilla.

Técnica de aplicación de la tracción cervical

Colocación del arnés

Hay varios modelos de arnés cervical, llamado también barboquejo.

Lo importante es que la tensión se produzca en el apoyo occipital y no en la mandíbula. Debido a sus características la mayoría de ellos lo consiguen si se ajustan adecuadamente para que la banda maxilar sirva sólo para evitar los movimientos horizontales y que se deslice la occipital.

El ajuste del arnés es delicado y debe realizarse en cada paciente y sesión de tratamiento.

Postura

El paciente puede estar sentado o en decúbito. Aunque más engorrosa en lo que se refiere a su preparación, la tracción en decúbito es más cómoda para el paciente, se tolera mejor, permite una mayor relajación y se puede aplicar más fuerza [123]. Por otro lado, también permite hacer ajustes en la dirección de la tracción en sentido oblicuo o con rotación de cuello, lo que no permite la postura en sedestación, en la que sólo se gradúa la flexión.

Dirección de la tracción

La flexión localiza la fuerza de tracción en la columna cervical inferior; la posición neutra o en ligera extensión la localiza en la cervical superior [131,

132]. La más habitual es la de 25° en flexión, que es la que consigue la máxima elongación de los pilares posteriores, abertura de agujeros y holgura de los discos, aunque se pueden hacer cambios para localizar mejor el nivel de actuación.

Fuerza aplicada

Iniciar con 7-8 % del peso corporal, unos 3-4 kg.

Aumentar 0.5 kg en el hombre y 0.25 kg en la mujer en cada sesión (1-2 kg según algunos autores) hasta un máximo del 25 % del peso corporal, aproximadamente 13.5 kg.

En las radiculopatías o patología articular es suficiente un 7 % del peso corporal, aproximadamente 9-13 kg.

Para relajar la contractura muscular bastan 5-7 kg.

Tiempo de tracción

Comenzar con 5-10 minutos, según el grado de dolor, y aumentar 1-2 minutos en cada sesión hasta un total de 10-40 minutos. Según la tolerancia la progresión puede ser más rápida.

En las discopatías la sesión llega a 8-10 minutos [109], y en las radiculopatías y otras indicaciones se puede prolongar a 20-40 minutos [121].

Tracción intermitente

Se le atribuye un efecto relajante, especialmente si se hace en decúbito supino. Durante la tracción cervical intermitente en dicha posición, la actividad mioeléctrica en el trapecio superior aumenta en la tracción y disminuye en la relajación [133], aunque en otro trabajo no se ha encontrado diferencia significativa en la actividad mioeléctrica del trapecio por tracción también intermitente, en decúbito supino y con un 8 % del peso corporal, y se concluye que carece de efecto relajante [134]. En otro trabajo, valorando la actividad de los escalenos en pacientes con y sin dolor durante la tracción cervical intermitente en decúbito supino, no se observó la relajación esperada, pero los pacientes con dolor mejoraron durante 12 horas [135].

La pauta de tiempo de tracción/descanso recomendada en la tracción cervical intermitente depende del objetivo del tratamiento y varía con los autores. La más aceptada es la siguiente: 5/5 para relajación muscular, 15/15 para separación articular y 60/20 para discopatías. Algunos aplican una pauta estándar de 10/5.

Para evitar un efecto de rebote, es preferible aplicar también una pequeña fuerza durante los descansos de la tracción principal.

Asociación de calor

Es más efectiva si antes, e incluso durante la tracción, se aplica calor superficial en la nuca y la cintura escapular [30]. Hay *packs* dotados de una forma especial.

MANIPULACIÓN VERTEBRAL

Consiste en un movimiento breve, rápido y controlado que lleva una articulación más allá de su límite fisiológico, sin llegar a la luxación. En la bibliografía existe cierta confusión entre las manipulaciones de osteópatas, quiroprácticos y médicos. Nos referiremos únicamente al último grupo, con diversas escuelas en Europa y América [78, 136, 137, 138]. Es una técnica útil, a veces con resultados espectaculares, que requiere una sólida formación del manipulador tanto para el diagnóstico como para su realización, pues no está exenta de riesgos, especialmente en la columna cervical.

Es importante el examen premanipulativo para comprobar que existen tres arcos libres e indoloros de movilidad vertebral, siguiendo la regla simple del movimiento sin dolor y el movimiento contrario, que confirma que no hay contraindicación para una manipulación [139]. También es importante la localización del trastorno intervertebral menor y del síndrome celulo-teno-miálgico [140]. Naturalmente, es necesario descartar patología inflamatoria, tumoral o traumática que la contraindique.

Actúa por sus efectos mecánicos sobre discos y articulaciones posteriores, y neurofisiológicos de estimulación propioceptiva.

Indicaciones [139]

Raquis cervical: tortícolis, cervicalgia crónica y ciertas cefaleas de origen cervical.

Raquis dorsal: dorsalgias de origen postural o estático y esguinces costales en deportistas.

Raquis lumbar: lumbalgia aguda y crónica.

Contraindicaciones

Enfermedades infecciosas, tumores, artrosis muy avanzada. También puede tratarse de contraindicaciones técnicas descubiertas en el examen previo.

Las complicaciones, exageradas en la bibliografía pero raras en los buenos profesionales y con exploración previa [139], pueden consistir en accidentes cerebrovasculares durante la manipulación cervical

BIBLIOGRAFÍA

1. Plaja J. Alteraciones reológicas y estructurales de los tejidos periarticulares y la inmovilización segmentaria. *Rehabilitación (Madr)*, 1977;11:478-484.
2. Warren CG, Lehmann JF, Kobalnski JN. Elongation of the rat tail tendon: effect of load and temperature. *Arch Phys Med*, 1971;52:465-474.
- 2b. Warren C, Lehmann J, Kobalnski J. Heat and stretch procedures: an evolution using rat tail tendon. *Arch phys med Rehabil*, 1976;57:122-126.

3. Laskowski ER. Concepts in sports medicine. En: Braddom RL (ed). *Physical medicine & rehabilitation*. Philadelphia: *WB Saunders Co*, 2000;957-983.
4. Plaja J. Rehabilitación en cirugía ortopédica y traumatología. *JANO*, 1978;346:19-37.
5. Gersten JW. Effecto of ultrasound on tendon extensibility. *Am J Phys Med* 1955;34:362-369.
6. Lehmann JF, Delateur BJ. Heat and cold in the treatment of arthritis. En: Licht E. *Arthritis and physical medicine*. New Haven: *E Licht*, 1969.
- 6b. Lehmann J, Masock A, Warren, *et al*. Effect of therapeutic temperatures on tendon extensibility. *Arch Phys Med Rehabil*, 1970;51:481-487.
7. De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther*, 2001;81:819-827.
8. Entyre BR, Lee JR. Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. *Res Q Exerc Sport*, 1988;59:222-228.
9. Prentice WE. A comparison of static stretching and PNF stretching for improving hip joint flexibility. *J Athlet Train*, 1983;18:56-59.
10. Best TM, McElhaney J, Garret WE, *et al*. Characterization of the passive responses of live skeletal muscle using the quasi-linear theory of viscoelasticity. *J Biomech*, 1994;27:413.
11. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, 1994;74:845-852.
12. Muir IW, Chesworth BM, Vandervoort AA. Effect of a static calf-stretching exercise on the resistive torque during passive ankle dorsiflexion in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1999;29:106-113.
13. Prochazka A, Gillard D, Bennett Dj. Positive force feedback control of muscles. *J Neurophysiol*, 1997;77:3226.
14. Grimwood P, Appenteng K. Effects of afferent firing frequency on the amplitude of the monosynaptic EPSP elicited by trigeminal spindle afferents on trigeminal neurons. *Brain Res*, 1995;689:299.
15. Prentice WE. Mantenimiento y aumento de la flexibilidad. En: Prentice WE (ed). *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva*. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1999;56-70.
16. Prentice WE. Impaired mobility: restoring range of motion and improving flexibility. En: Prentice WE, Voight ML (eds). *Techniques in musculoskeletal rehabilitation*. New York: McGraw-Hill, 2001:83-91.
17. Hutton RS, Atwater SW. Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. *Sports Med*, 1992;14:406-421.
18. Lippmann RK. Arthropaty due to adjacent inflammation. *J Bone Joint Surg*, 1953;35:967-969.
19. Magnusson SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. A review. *Scand J Med Sci Sports*, 1998;8:65-77.
20. Lentell G, Hetherington T, Eagan J, *et al*. The use of thermal agents to influence the effectiveness of a low-load prolonged stretch. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1992;5:200-207.
21. Madding SW, Wong JG, Hallum A. Effects of duration of passive stretching on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1987;8:409-416.
22. Watson P. Physical activities programme content. En: Main CJ, Spanswick CC (eds). *Pain management. An interdisciplinary approach*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2000;285-301.

23. Garret WE Jr. Muscle strain injuries. *Am J Sports Med*, 1996;24(suppl):52-58.
24. Wessel J, Wan A. Effect of stretching on intensity of delayed-onset muscle soreness. *J Sports Med*, 1994;2:83-87.
25. Travell JG, Simons DG. Myofascial pain and dysfunction: *The trigger point manual*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1983.
26. deVries HA. Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Res Q Exerc Sport*, 1962;3:222-229.
27. Knott M, Voss P. *Proprioceptive neuromuscular facilitation*. New York: Harper & Row, 1985.
28. Prentice WE. An electromyographic analysis of the effectiveness of heat or cold and stretching for inducing relaxation in injured muscle. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1982;3:133-137.
29. Young JL, Laskowski ER, Rock M. Thigh injuries in athletes. *Mayo Clinic Proc*, 1993;68:1099-1106.
30. Cameron MH. Physical agents in rehabilitation. From research to practice. Philadelphia: *WB Saunders*, 1999.
31. Wessling KC, DeVane DA, Hylton CR: Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. *Phys Ther*, 1987;67:674-679.
32. Lehmann JF. Clinical evaluation of the new approach in the treatment of contracture associated with hip fracture after internal fixation. *Arch Phys Med Rehabil*, 1961;42:95-100.
33. Larose G. Passive motion devices for soft tissue management: continuous passive motion. En: Behrens BJ, Michlovitz. Physical agents. Theory and practice for the physical therapist assistant. Philadelphia: *FA Davis*, 1996.
34. Salter RB. The physiologic basis of continuous passive motion for articular cartilage healing and regeneration. *Hand Clin*, 1994;10:211-219.
35. Salter RB. History of rest and motion and the scientific basis for early continuous passive motion. *Hand Clin*, 1996;12:1-11.
36. O'Driscoll SW, Giori J. Continuous passive motion (CPM): Theory and principles of clinical application. *J Rehabil Res Dev*, 2000;37:179-188.
37. Funk DA, Noyes FR, Grood ES, et al. Effect of flexion angle on the pressure of the human knee. *Arthroscopy*, 1991;7:86-90.
38. Favreau JC, Laurin CA. Joint effusions and flexion deformities. *Can Med Assoc J*, 1963;88:575-576.
39. O'Driscoll SW, Morrey BF. An K-N. Intra-articular pressure and capacity of the elbow. *Arthroscopy*, 1990;6:100-103.
40. Jayson MIV, Dixon ASJ. Intra-articular pressure in rheumatoid arthritis of the knee. III. Pressure changes during joint use. *Ann Rheum Dis*, 1970;29:266-268.
41. O'Driscoll SW, Kumar A, Salter RB. The effect of continuous passive motion on the clearance of a hemarthrosis from a synovial joint. An experimental investigation in the rabbit. *Clin Orthop*, 1983;176:305-311.
42. Giudice ML. Effects of continuous passive motion and elevation on hand edema. *Am J Occup Ther*, 1990;44:10.
43. Breen TF, Gelberman RH, Ackerman GN. Elbow flexion contractures: Treatment by anterior releases and continuous passive motion. *J Hand Surg*, 1988;13-B:286-287.
44. O'Driscoll SW, Kumar A, Salter RB. The effect of the volume of effusion, joint position and continuous passive motion on intra-articular pressure in the rabbit knee. *J Rheumatol*, 1983;360-363.

45. Coutts RD, A conversation with Richard D. Coutts MD. Continuous passive motion in the rehabilitation of the total knee patient, its role and effect [interview]. *Orthop Rev*, 1986;15:126-134.
46. Montgomery F, Eliasson M. Continuous passive motion compared to active physical therapy after knee arthroplasty: similar hospitalization times in a randomized study of 68 patients. *Acta Orthop Scand*, 1996;67:7-9.
47. McInnes J, Larson MG, Daltroy LH, et al. A controlled evaluation of continuous passive motion in patients undergoing total knee arthroplasty. *JAMA*, 1992;268:1423-1428.
48. Ritter M, Gandolf V, Holston K. Continuous passive motion versus physical therapy in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 1989;244:239-243.
49. Salter R. Clinical applications for basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: A preliminary report of a feasibility study. *J Ortho Res*, 1983;3:325-342.
50. Walker RH, Morris BA, Angulo DL, et al. Postoperative use of continuous passive motion, TENS, continuous cooling pad following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1991;6:151-156.
51. Ververeli PA, Sutton DC, Hearn SL, et al. Continuous passive motion after total knee arthroplasty. Analysis of costs and benefits. *Clin Orthop Rel Res*, 1995;321:208-215.
52. Van Royen BJ, O'Driscoll SW, Dhert WJA, et al. A comparison of the effects of immobilization and continuous passive motion on surgical wound healing in mature rabbits. *Plast Reconstr Surg*, 1986;78:360-366.
53. Coutts RD, Borden LS, Bryan RS, et al. The effect of continuous passive motion on total knee rehabilitation (abstract). *Orthop Tran*, 1983;7:535-536.
54. Dimick MP: Continuous passive motion for the upper extremity. En: Hunter JM, Schneider L, Makin E, et al (eds). *Rehabilitation of the hand*. St Louis, CV Mosby, 1990;1140.
55. Johnson DP. The effect of continuous passive motion on wound-healing and joint mobility after knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 1990;72:421-426.
56. Pope RO, Corcoran S, McCaul K, et al. Continuous passive motion after primary total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 1997;79:914-917.
57. MacDonald SJ, Bourne RB, Rorabeck CH, et al. Prospective randomized clinical trial of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res*, 2000;380:30-35.
58. Chen B, Zimmerman JR, Soulen L, et al. Continuous passive motion after total knee arthroplasty: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil*, 2000;79:421-426.
59. Beaupre LA, Davies DM, Jones CA, et al. Exercise combined with continuous passive motion or slider board therapy compared with exercise only: a randomized controlled trial of patients following total knee arthroplasty. *Physical Therapy*, 2001;81:1029-1037.
60. Lachiewicz PF. The role of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Related Res*, 2000;380:144-150.
61. Johnson DP, Eastwood DM. Beneficial effects of continuous passive motion after total condylar knee arthroplasty. *Ann R Coll Surg Engl*, 1992;74:412-416.
62. Vince KG, Kelly MA, Beck J, et al. Continuous passive motion after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 1987;2:281-284.
63. McCarthy MR, Yates CK, Anderson MA, et al. The effects of immediate continuous passive motion on pain during the inflammatory phase of soft tissue healing following ACL reconstruction. *J Orthopaedic Phys Ther*, 1993;17:96-101.

64. Rommness DW, Rand JA. The role of continuous passive motion following total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 1988;226:34-37.
65. Linan E, O'Dell MW, Pierce JM. Continuous passive motion in the management of heterotopic ossification in a brain injured patient. *Am J Phys Med Rehabil*, 2001;80:614-617.
66. Kumar PJ, McPherson EJ, Dorr LD, *et al.* Rehabilitation after total knee arthroplasty: a comparison of 2 rehabilitation techniques. *Clin Orthop*, 1996;331:93-101.
67. Maloney WJ, Schurman DJ, Hangen D, *et al.* The influence of continuous passive motion on outcome in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, 1990;256:162-168.
68. Deyo RA, Tsui Wu YJ. Descriptive epidemiology of low-back pain and its related medical care in the United States. *Spine*, 1987;12:264-268.
69. Van der Heijden GJMG, Beurskens Aj, Koes, *et al.* The efficacy of traction for back and neck pain: A systematic, blinded review of randomized clinical trial methods. *Phys Ther*, 1995;75:93-104.
70. Rogoff JB, Motorized intermittent traction. En: Basmajian JV (ed). *Manipulation, traction, and massage*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985;201-207.
71. Atchison JW, Stoll ST. Manipulation, traction, and massage. En: Braddom RL, *et al* (eds). *Physical medicine & rehabilitation*. Philadelphia: *WB Saunders*, 2000; 413-439.
72. Cyriax J. Conservative treatment of lumbar disc lesions. *Physiotherapy* 1964; 50:300-303.
73. Gillstrom P, Ericson K, Hindmarsh T. Computed tomography examination of the influence of autotraction on herniation of the lumbar disc. *Arch Ortho Trauma Surg*, 1985;104:289-293.
74. Hood LB, Chrisman D. Intermittent pelvic traction in the treatment of the ruptured intervertebral disk. *Phys Ther*, 1968;48:21-30.
75. Saal JS, Saal JA, Yurth EF. Nonoperative management of herniated cervical disc with radiculopathy. *Spine*, 1996;21:877-883.
76. Shealy CN, Brogmeyer V. Emerging technologies: preliminary findings. Decompression, reduction, and stabilization of the lumbar spine: A cost-effective treatment for lumbosacral pain. *AJPM*, 1997;7:63-65.
77. Gillstrom P, Ehrnberg A. Long-term results of autotraction in the treatment of lumbago and sciatica. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1985;4:294-298.
78. Cyriax J. *Textbook of orthopaedic medicine*. Vol II. Eastbourne UK: Balliere Tindall, 1984.
79. Grieve GP. *Mobilization of the spine*. New York: Churchill livingstone, 1984.
80. Onel D, Tuzlaci M, Sari H, *et al.* Computed tomographic investigation of the effect of traction on lumbar disc herniations. *Spine*, 1989;14:82-90.
81. Matews J. Dynamic discography: A study of lumbar traction. *Ann Phys Med*, 1968;9:275-279.
82. Gupta R, Ramarao S. Epidurography in reduction of lumbar disc prolapse by traction. *Arch Phys Med Rehabil*, 1978;59:322-327.
83. Beurskens AJ, de Vet HC, Koke AJ, *et al.* Efficacy of traction: a randomized clinical trial. *Spine*, 1997;22:2756-2762.
84. Frazer EH. The use of traction in backache. *Med J Aust*, 1954;41:694-697.
85. Maigne R. *Orthopedic medicine: A new approach to vertebral manipulations*. Springfield IL: Charles C Thomas, 1972.
86. Gurney B. Passive motion devices for soft tissue management: traction. En: Behrens BJ, Michlovitz SL (eds). *Physical agents. Theory and practice for the physical therapist assistant*. Philadelphia: *Fa Davis*, 1959:159-198.

87. Hooker DH. Spinal traction. En: Prentice WE. *Therapeutic modalities for allied health professionals*. New York: McGraw-Hill, 1998;359-388.
88. Plaja J. Tema de actualidad: tracción vertebral. *Electromedicarin News*, 1998; 7:10-11.
89. Pal P, Mangion P, Hossian MA, *et al*. A controlled trial of continuous lumbar traction in the treatment of back pain and sciatica. *Br J Rheumatol*, 1986;25:1181-1183.
90. Hinterbuchner C. Traction. En: Basmajian JV (ed). *Manipulation, traction, massage*. Baltimore:Williams & Wilkins, 1985;172-201.
91. Chearle MD, Esterhai JL. Pelvic traction as treatment for acute back pain. *Spine* 1991;16:1379-1381.
92. Mathews JA. Dynamic discography: a study of lumbar traction. *Ann Phys Med* 1968;9:275-279.
93. Grieve GP. Neck traction. *Physiotherapy*, 1982;6:260-265.
94. Colachis SC Jr, Strohm BR. Effects of intermittent traction on separation of lumbar vertebrae. *Arch Phys Med Rehabil*, 1990;50:251-258.
95. Tesio L, Merlo A. Autotracción versus passive traction: An open controlled study in lumbar disc herniation. *Arch Phys Med Rehabil*, 1993;74:871-876.
96. Ljunggren AE, Weber H, Larsen S. Autotracción versus manual traction in patients with prolapsed lumbar intervertebral discs. *Scand J Rehabil Med*, 1984; 16:117-124.
97. Weber H, Ljunggren AE, Walker L. Traction therapy in patients with herniated lumbar intervertebral discs. *J Oslo City Hosp*, 1984;34:61-70.
98. Gianakopoulos G, Waylonis GW, Grant PA, *et al*. Inversion devices: their role in producing lumbar distraction. *Arch Phys Med Rehabil*, 1985;66:100-102.
99. Nosse LJ. Inverted spinal traction. *Arch Phys Med Rehabil*, 1978;59:367-370.
100. Pfforinger W, Rosemeyer B, Schmid M. Wirbelsäulenextension im freien hang. *Munch Med Wschr*, 1983;125:1107-1110.
101. Klatz R. Effects of gravity inversión on hypertensive subjects. *Phys Sports Med*, 1985;13:85-89.
102. Devries HA, Caillet R. Vagotonic effect of inversion therapy upon resting neuromuscular tension. *Am J Phys Med*, 1985;64:119-129.
103. Lardy JM, Renaud-Bezot M, Rerolle G, *et al*. Les tractions lombaires en piscine. *Ann Kinesither*, 1983;10:247-258.
104. Lehmann JF, Brunner GD. A device for the application of heavy lumbar traction: Its mechanical effects. *Arch Phys Med Rehabil*, 1958;39:696-700.
105. Worden RE, Humphrey TL. Effect of spinal traction on the length of the body. *Arch Phys Med Rehabil*, 1964;45:318-320.
106. Judovich BD. Lumbar traction therapy-Elimination of physical factors that prevent lumbar stretch. *JAMA*, 1955;159:549-550.
107. Goldish GD. A study of mechanical efficiency of split table traction. *Spine*, 1989; 15:218-219.
108. Colachis SC Jr, Strohm BR. Radiographic studies of cervical spine motion in normal subjects: Flexion and hyperextension. *Arch Phys Med Rehabil*, 1965; 46:753-760.
109. Judovich B, Nobel GR. Traction therapy: A study of resistance forces. *Am J Surg*, 1957;93:108-114.
110. Twomey LT. Sustained lumbar traction: An experimental study of long spine segments. *Spine*, 1985;10:146-149.
111. Harris PR. Cervical traction; review of the literature and treatment guidelines. *Phys Ther*, 1977;57:910-914.

112. Ramos G, Martin W. Effects of vertebral axial decompression on intradiscal pressure. *J Neurosurg*, 1994;81:350-353.
113. Andersson GB, Schultz AB, Nachemson AL. Intervertebral disc pressures during traction. *Scand J Rehabil Med*, 1983;9(suppl):88-91.
114. Lundgren AE, Eldevick OP. Auto-traction in lumbar disc herniation with CT examination before and after treatment, showing no change in appearance of the herniated tissue. *J Oslo City Hosp*, 1986;36:97-101.
115. Nachemson A, Elfstrom G. Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. *Scand J Rehabil Med*, 1970;2(suppl 1):1-40.
116. Mathews JA. The effects of spinal traction. *Physiotherapy*, 1972;58:64-66.
117. Saunders HD. Use of spinal traction in the treatment of neck and back conditions. *Clin Orthop*, 1983;179:311-338.
118. Seliger V, Dolejs L, Karas V. A dynamometric comparison of maximum eccentric, concentric and isometric contractions using EMG and energy expenditure measurements. *Eur J Apply Physiol*, 1980;45:235-244.
119. Hood CJ, Hart DL, Smith HG, et al. Comparison of electromyographic activity in normal lumbar sacrospinalis musculature during continuous and intermittent pelvic traction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1981;2:137-140.
120. Jensen R, Bliddal H, Hansen SE, et al. Severe low-back pain changes in CT scans in the acute phase after a long term observation. *Scand J Rheumatol*, 1993;22:30-34.
121. Saunders HD. Lumbar traction. *J Orthop Sport Phys Ther*, 1979;1:36-41.
122. Weber H. Traction therapy in sciatica due to disc prolapse. *J Oslo City Hosp*, 1973;23:167-176.
123. Deets D, Hands KL, Hopp SS. Cervical traction: A comparison of sitting and supine positions. *Phys Ther*, 1977;57:255-261.
124. Colachis SC Jr, Strohm BR. A study of tractive forces and angle of pull on vertebral interspaces in the cervical spine. *Arch Phys Med Rehabil*, 1965; 46: 820-830.
125. Colachis SC Jr, Strohm BR. Cervical traction: Relationship of traction time to varied tractive force with constant angle of pull. *Arch Phys Med Rehabil*, 1965; 46:815-819.
126. Colachis SC Jr, Strohm BR. Effect of duration of intermittent cervical traction on vertebral separation. *Arch Phys Med Rehabil*, 1966;47:353-359.
127. Wong AMK, Leong CP, Chen C-M. The traction angle and cervical intervertebral separation. *Spine*, 1992;17:136-138
128. Wall PD. The mechanisms of pain associated with cervical vertebral disease. En: Hirsch C, Zollerman Y (eds). *Cervical Pain: proceedings of the International Symposium in Wenner-Gren Center*. Oxford: Pergamon, 1972.
129. Zylberggold RS, Piper MC. Cervical spine disorders. A comparison of three types of traction. *Spine*, 1985;10:867-871.
130. Tan JC, Nordin M. Role of physical therapy in the treatment of cervical disk disease. *Orthop Clin North Am*, 1992;23:435-439.
131. Colachis SC, Strohm BR. A study of tractive forces and angle of pull on vertebral interspaces in the cervical spine. *Arch Phys Med Rehabil*, 1965;46:820-824.
132. Daugherty RJ, Erhard RE. Segmentalized cervical traction. En: Kent BE (ed). *International Federation of Orthopaedic Manipulative Therapists Proceedings*. Vail CO, 1977.
133. DeLacerda F. Effect of angle of traction pull on upper trapezius muscle activity. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1980;1:205-209.

134. Jette D, Falkel J, Trombly C. Effect of intermittent, supine cervical traction on the myoelectric activity of the upper trapezius muscle in subjects with neck pain. *Phys Ther*, 1985;65:1173-1176.
135. Murphy M. Effects of cervical traction on muscle activity. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1985;13:220-225.
136. Mennel JB. *The science and art of point manipulation*. London: Churchill, 1949.
137. Pastrana R, Ferrero A. La manipulación vertebral. En Pastrana R (ed). Dolor de espalda y rehabilitación. *Monografías de Rehabilitación*, 1982;2:189-196.
138. Maigne R. Doleurs d'origine vertébrale et traitements par manipulations. Paris: Expansion Scientifique Française, 1966.
139. Conejero JA, Florez MT, García F, et al. Manipulación vertebral (Revisión). *Rehabilitación (Madr)*, 1991;25:52-61.
140. Maigne R. Origine dorso-lombaire de certaines lombalgies basses. Rôle des articulations interapophysaires et des branches posterieures des nerfs rachidiens. *Rev Rhum*, 1974;41:781-789.