

HISTOLOGÍA DEL TEJIDO CONECTIVO

Introducción

No hay posibilidad de deformación plástica en la fascia (Chaudhry, 2008). Por ello, cuando tratamos al paciente y observamos mejoría hemos de preguntarnos qué está pasando: el camino que vamos a recorrer intenta explicar lo que acontece.

Dentro del tejido conectivo hemos de comprender que, como veremos más adelante, el tendón es anisótropo y es capaz de resistir al estrés en los estiramientos longitudinales. En cambio, el cartílago tiene la capacidad de deformarse y resistir la compresión, pues aunque tiene poco colágeno, tiene muchas moléculas.

La particularidad de las fascias es que están diseñadas de tal manera que son capaces de tolerar la compresión y la tensión, gracias a que están compuestas de fibras (elastina y colágeno) que interactúan con un gel viscoso (matriz extracelular).

Composición

El tejido conectivo está formado por células (fibroblastos, macrófagos, mastocitos, adipocitos y células plasmáticas) y matriz extracelular. La matriz extracelular son fibras (elastina y colágeno) y sustancia fundamental (agua con proteoglicanos y glicoproteínas) (Culav, 1999).

Los fibroblastos son las células predominantes del tejido conectivo. Sintetizan el colágeno, la elastina y otros elementos de la matriz extracelular (Benjamin, 2009). Es interesante entender que su comportamiento varía dependiendo del entorno: son capaces de percibir tensiones (o ausencia de tensiones) que modifican su forma y su metabolismo (mecanotransducción) (Gelse, 2003). Existen moléculas transmembrana que conectan mecánicamente al fibroblasto con el exterior, y además hay uniones GAP (integrinas de membrana) que lo conectan químicamente (Kjaer, 2004).

En ocasiones algunos fibroblastos desarrollan fibras de actina en su interior (Gabbiani, 2003), con lo que pueden deformar su membrana y alargarse, incluso moverse, lo que parece estar en relación con fenómenos de reparación tisular, además de contribuir a que la célula resista mejor las fuerzas deformantes del exterior. Pensar que por ello puedan tensar la fascia o incluso contribuir al movimiento de la palanca ósea, no parece acertado.

Las fibras de colágeno le dan al tejido conectivo la capacidad de resistir a la tensión. No se pueden estirar mucho, pero si hay la viscosidad justa en la matriz extracelular, se deslizan unas sobre otras (Ushiki, 2002). Durante su síntesis, las fibrillas de colágeno se unen transversalmente entre ellas por puentes de decorina, lo que permite un mínimo deslizamiento interno y

adaptación a las deformaciones (Culav, 1999). Por eso cuando intervenimos sobre un paciente nos interesa trabajar el deslizamiento interno a las fibras, pero además modificar la viscosidad de la sustancia fundamental para que las fibras se pueden deslizar mejor unas entre otras. Esto es actuar sobre el creep del tejido conectivo.

En la fascia las fibras de colágeno no tienen todas el mismo sentido (Benettazzo, 2009). Hay por lo menos tres direcciones diferentes, con un ángulo de 70° entre ellas, por eso decimos que la fascia es anisótropa, ya que su comportamiento varía según la dirección en la que es analizado.

Las fibras de elastina permiten al tejido estirarse y recuperar su longitud inicial después de un estiramiento (Lepetit, 2008). Se mezclan con las de colágeno, que limitan su extensión y evitan su rotura. Así, mientras las segundas aumentan la resistencia del tejido a la tracción axial, las primeras aportan elasticidad en las restantes direcciones.

La sustancia fundamental es un fluido viscoso compuesto por agua (75%), macromoléculas (proteoglicanos y glicoproteínas) y otros componentes como son metabolitos, sales minerales, y demás elementos bioquímicos (Scott, 1980). Se crea un gel que amalgama los elementos del tejido conectivo, repartiendo la carga tensional y contrarrestando la presión ejercida sobre el mismo.

Proteoglicanos, glicoproteínas y fibras de colágeno están enganchados entre sí y también a los fibroblastos. Dependiendo de la cantidad de estos componentes, el metabolismo de la célula cambia, lo que también ocurre según las tensiones y fuerzas que se transmiten en el tejido (Järvinen, 2005).

Propiedades

La fascia no es un sólido, ni un líquido, ni un gel, sino que se trata de un material compuesto reforzado. Las fibras de colágeno y elastina, como los sólidos, responden a una fuerza exhibiendo un comportamiento elástico. En cambio, la sustancia fundamental presenta las propiedades viscosas de un gel, dada su composición de agua y macromoléculas. Cuando estas dos partes están mezcladas e interactúan, determinan un comportamiento viscoelástico en ese tejido (Yahia, 1993). Esto permite que se deforme y se adapte perfectamente a los estreses generados por movimientos articulares, actividad muscular, cambios de presión, compresiones, etc.

La capacidad de deformación de la fascia depende por tanto de la fluidez de la matriz extracelular, que está determinada por la concentración de fibras y macromoléculas, por la fuerza de los vínculos entre ellas, por la temperatura del tejido, por la presión a la que esté sometido, y por la tixotropía.

Tenseguridad es la propiedad de algunos materiales para mantener su integridad gracias a fuerzas de tensión continuas. Pensamos que este modelo mecánico puede explicar el papel de las fuerzas que actúan sobre la membrana del fibroblasto y la regulación del metabolismo celular por mecano-transducciones (Inghber, 2003). Sin embargo, a nivel macroscópico preferimos

ver el sistema fascial como un complejo viscoelástico conectado al esqueleto y mantenido en un estado de tensión variable por la actividad de los músculos voluntarios y por el tono basal.

Cuando en el tejido hay poca concentración de fibras, los fibroblastos se alargan mucho para encontrar colágeno con el que interactuar, pero si el entorno ya tiene una alta densidad, no necesitan alargarse, sino que se ramifican (Pizzo, 2005). La tensegridad explica que el fibroblasto se deforma, resiste las tensiones, y al percibirlas produce colágeno. También la actina transmite estas fuerzas externas de la membrana al núcleo, informándole para que produzca moléculas o fibras, dependiendo de las necesidades.

Mecanotransducción es el nombre con el que se conoce a este fenómeno. Cuando un individuo se mueve, la fascia se modifica, y en la matriz extracelular se produce un flujo. Las fibras y las macromoléculas interactúan con los fibroblastos influyendo en su metabolismo y modificando la fluidez de todo el tejido (Kjaer, 2004). En ausencia de flujo, el conectivo asume una disposición desorganizada (Swartz, 2007).

Viscoelasticidad parece entonces el término más apropiado para hablar de la fascia. Y un material viscoelástico se deforma dependiendo de la temperatura, del tiempo, de la tixotropía, y de su composición. Por eso está estudiada la relación entre el grosor y resistencia de las fibras con la resistencia y volumen ocupado por la sustancia fundamental. El hecho de ser un material compuesto, refuerza la capacidad de resistencia del tejido a las fuerzas de tensión y de compresión (Hukinsa, 1985).

La tixotropía es la capacidad de algunos fluidos de licuarse cuando se calientan y volver a solidificarse cuando se enfrían. Si se agita un material viscoelástico, las moléculas se mueven unas en relación a otras, y este roce genera calor, lo que disminuye su viscosidad: el fluido pasa de un estado de gel a uno de sol, que se revertirá tras un tiempo de reposo (Proske, 1993).

La histéresis explica que cuando termina la fuerza deformante, el cuerpo vuelve a la posición inicial con una velocidad y manera totalmente diferente. Es una propiedad de los materiales viscoelásticos, como las fascias, que para una misma fuerza se deforman de diferente forma según la condición en la cual se encuentra previamente (estirada, acortada, etc.) y reacciona ante un estrés mecánico con un retraso típico de la viscosidad. Durante una contracción muscular, tejido conectivo denso y tendones absorben la energía mecánica para liberarla durante el movimiento y para amortizar la tensión generada por las fuerzas internas y externas (Finni, 2006).

Conclusión

Un tejido viscoelástico lo puedo modificar con aumento de temperatura, modificando su tixotropía, o aplicando al sistema tensión o presión, todo ello durante un tiempo determinado.