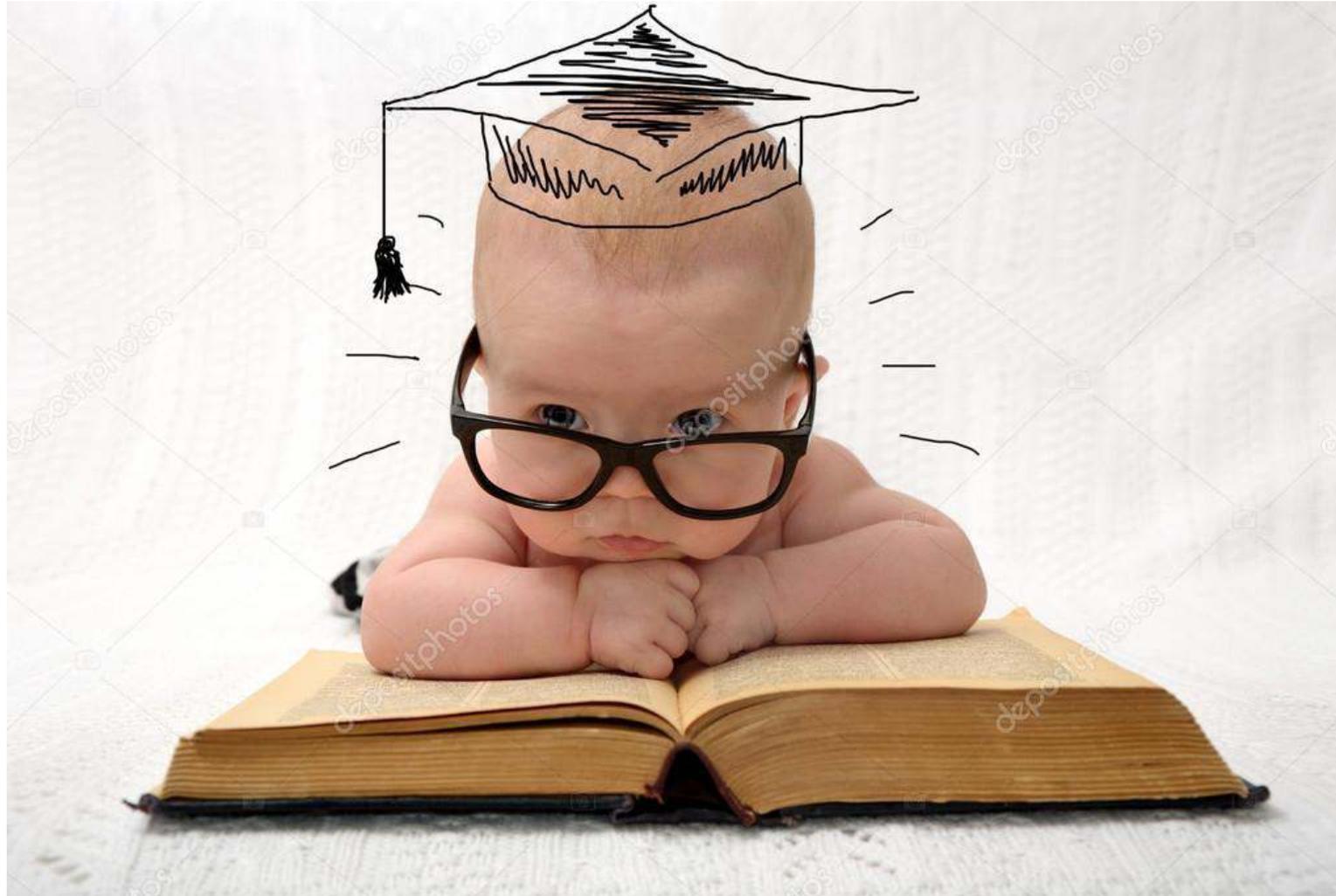
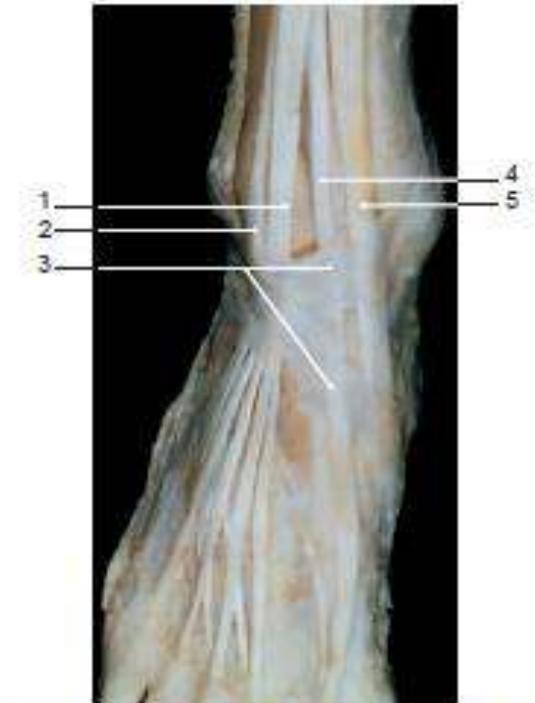


# ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA



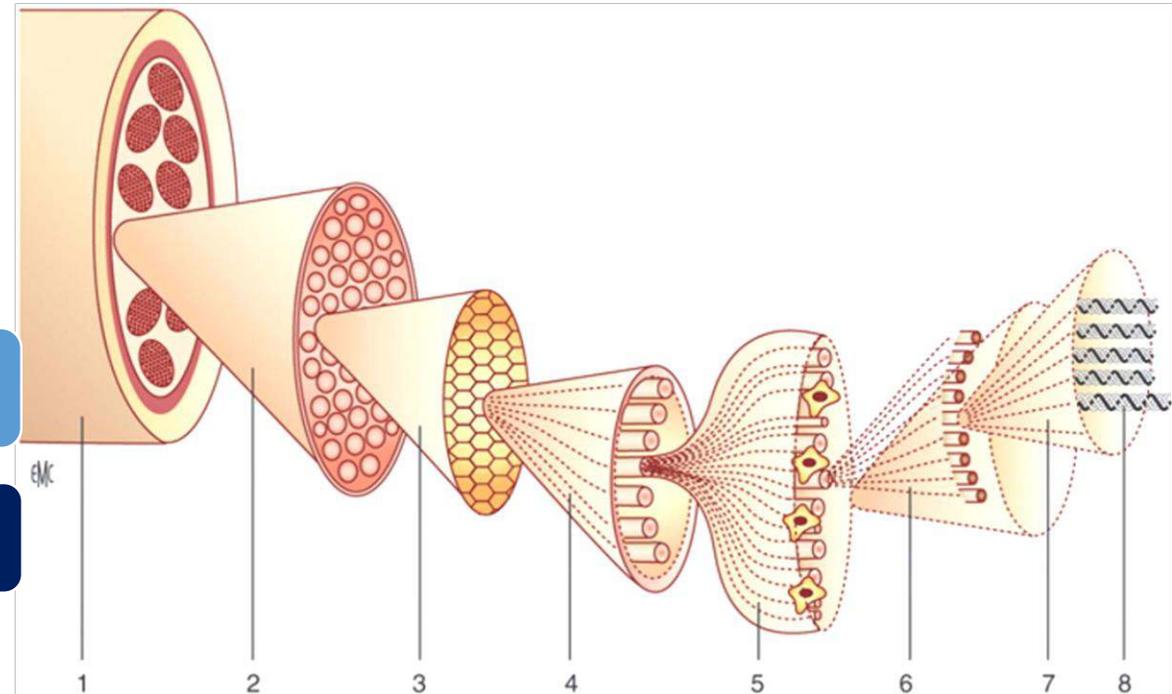
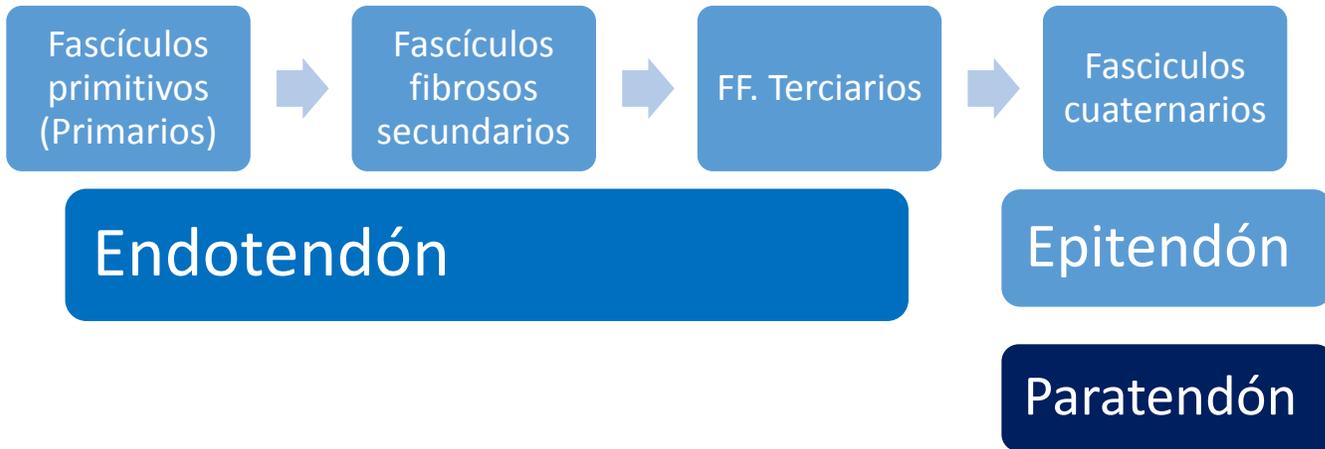
# MORFOLOGÍA

- Estructura de **tejido conectivo que conecta el músculo al hueso**. Es capaz de resistir la **tensión**, y su función es **transmitir la fuerza** de contracción muscular al hueso para **producir movimiento**.
- **No** propiedades de **contractilidad, excitabilidad y tono** propias del músculo.
- Comparten **propiedades elásticas**
- Hacen que los músculos se inserten en las piezas esqueléticas
- Pueden ser **Principales, accesorios o intermedios**
- Algunos contienen **sinoviales tendinosas y peritendinosas**



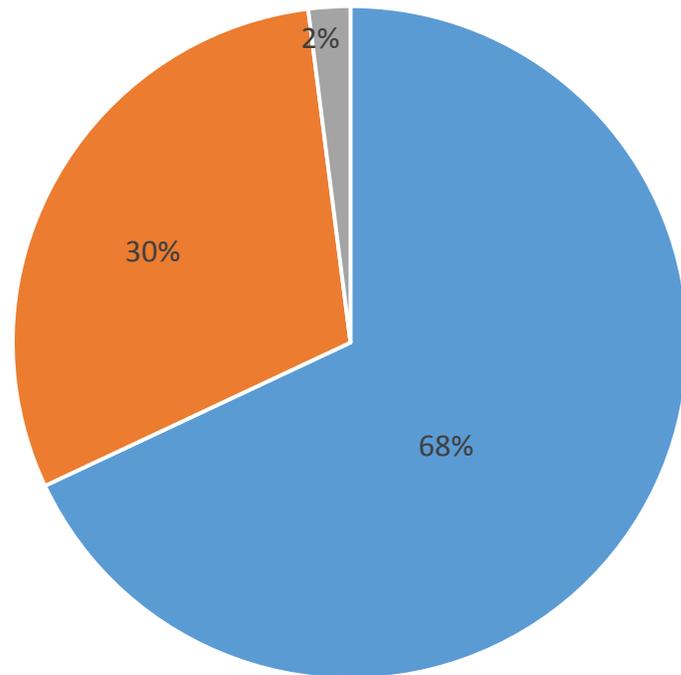
**Figura 2.** Vista anterior de un tobillo derecho (muestra anatómica en formol). Se resecó el revestimiento cutáneo para mostrar el sistema fibroso anterior. 1. Tendón del extensor largo de los dedos; 2. tendón del peroneo anterior; 3. retináculo de los extensores; 4. tendón del extensor largo del primer dedo; 5. tendón del tibial anterior.

# ANATOMÍA MICROSCÓPICA Y COMPOSICIÓN MOLECULAR



- **Epitenon:** Cubre todo el tendón y se extiende profundamente
  - Suministro vascular
  - Suministro linfático
  - Suministro nervioso
- **Endotendón:** Invierte cada fibra del tendón
- **Paratendón:** Rodea el epitenon. Posee un revestimiento interno de células sinoviales que permiten el deslizamiento del tendón reduciendo las fuerzas de rozamiento.

# Histología y estructura molecular del fascículo fibroso primario

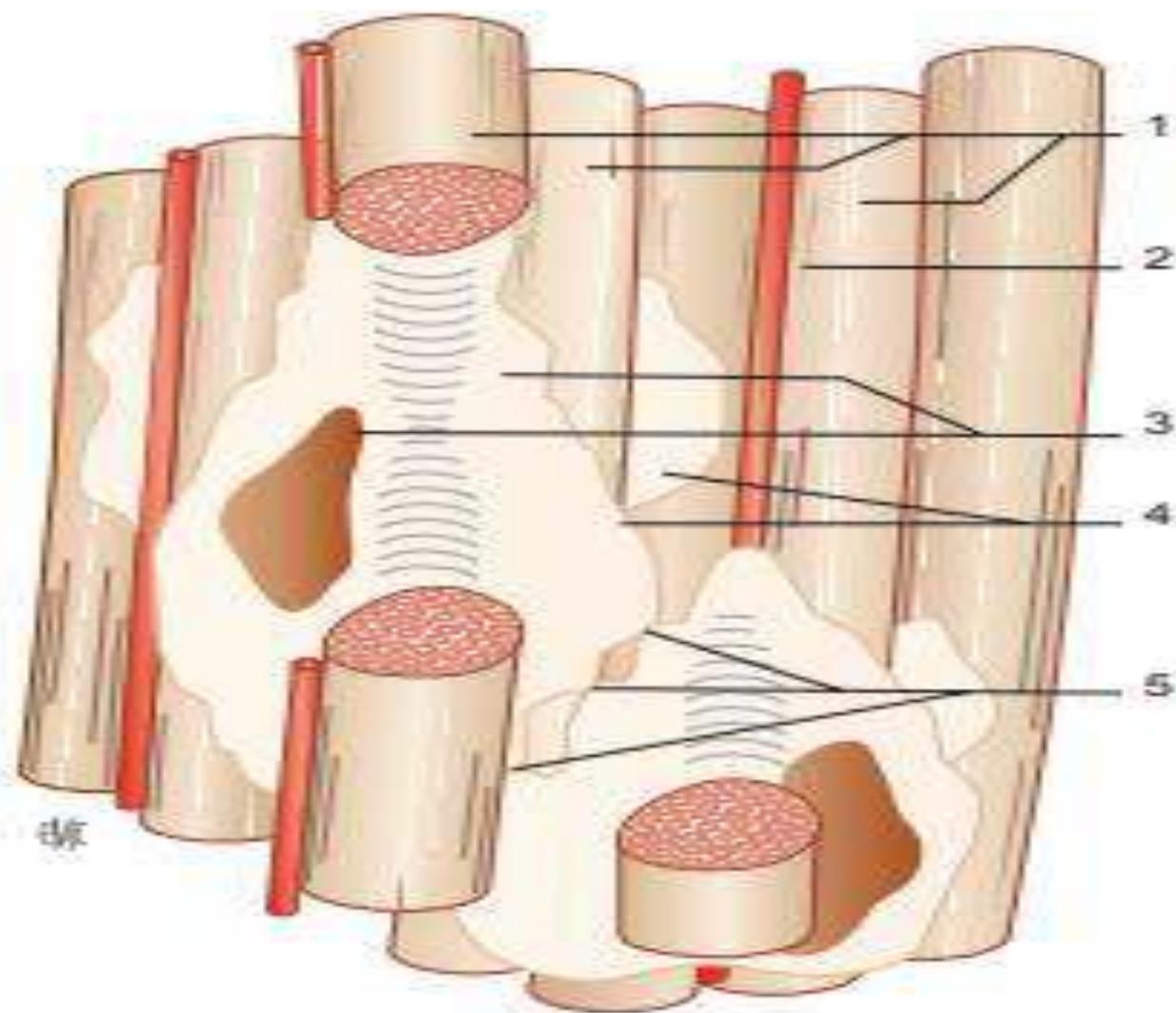


■ H2O y Tenocitos ■ Colageno ■ Elastina ■

-El **95%** de las células son **tenoblastos** (Fibroblastos) y **Tenocitos** (Fibroцитos) situados en las superficies de las fibrillas de colágeno. Forman **cadena**s celulares de **Ranvier**.

El **5%** restante está compuesto por **condrocitos**, (Éntesis), **sinoviocitos**, y **células vasculares**

La **MEC** está compuesta por numerosas células como; **proteoglicanos**, **glucosaminoglucanos**, **glucoproteínas** y otras moléculas



**Figura 12.** Esquema de la composición de un fascículo fibroso primario o subfascículo. 1. Fibrilla de colágeno; 2. fibra de elastina; 3. tenocito y su núcleo; 4. prolongaciones laminares, placas alares de Gruenhagen; 5. anastomosis entre las crestas longitudinales (de impresión), entre dos tenocitos.

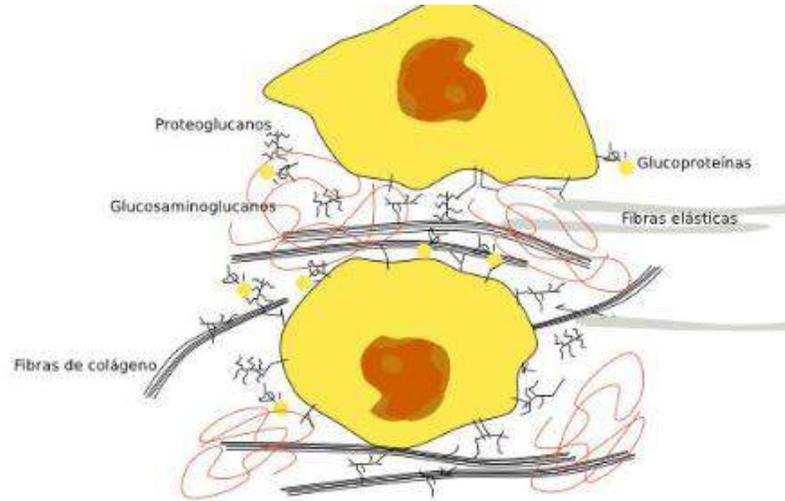
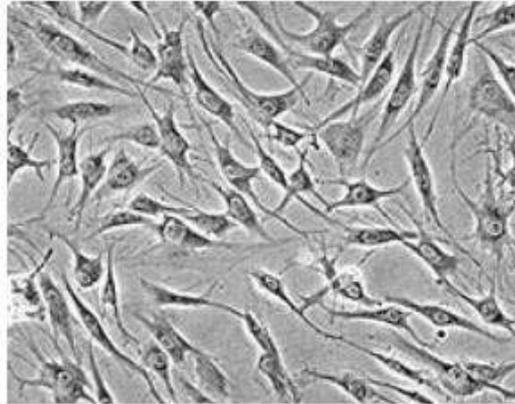
# Vainas sinoviales:

- Se encuentran en **zonas de alto estrés mecánico** (Manos, pies...) y su función es **aumentar la lubricación** para permitir el **deslizamiento** del tendón en estas zonas
  - **Vaina fibrótica externa:** Puede formar poleas, condensaciones o fulcros para ayudar a disipar las cargas.
  - **Vaina sinovial interna:** Membrana de ultrafiltración que produce líquido sinovial.



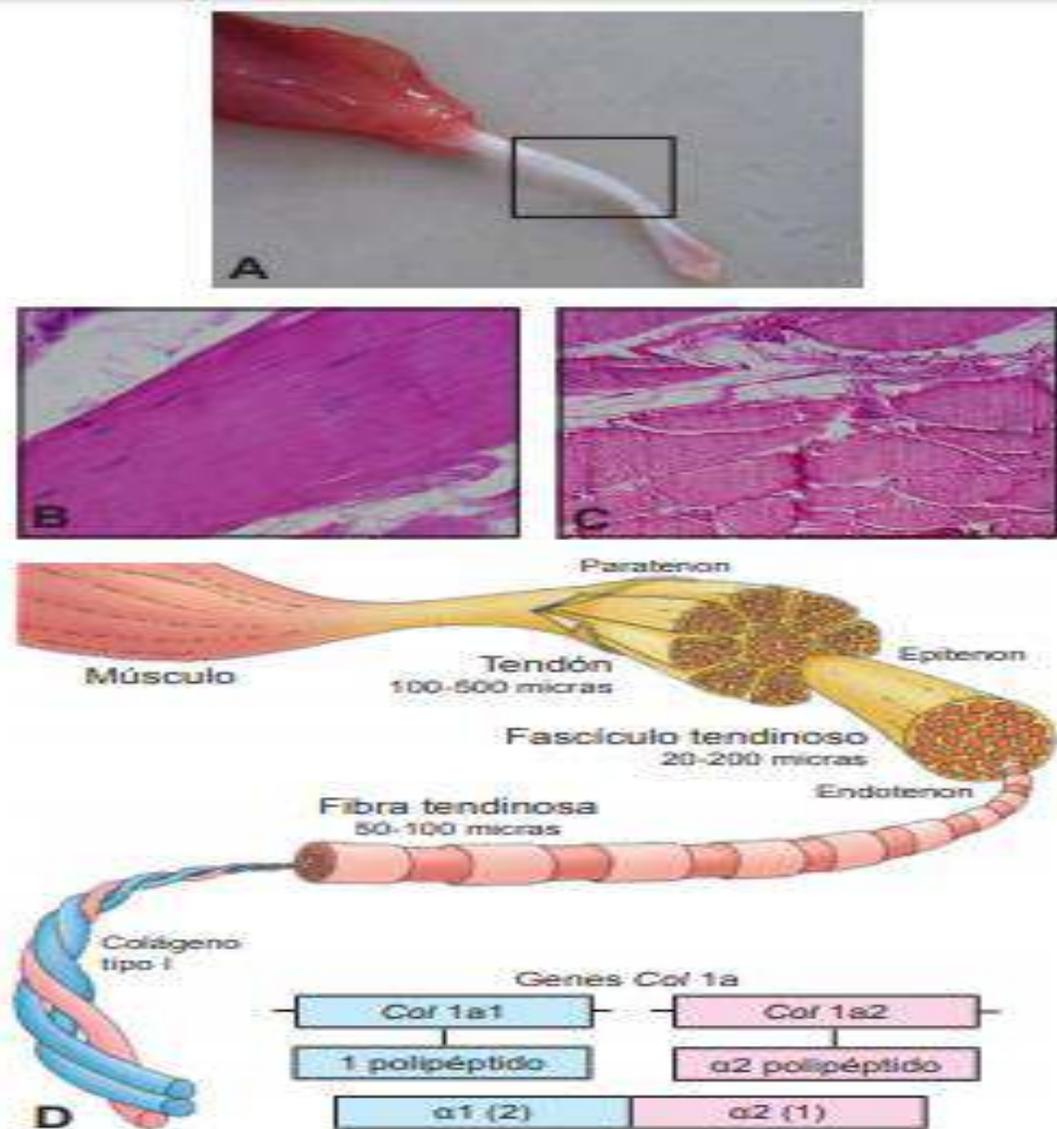
# Células tendinosas

## Tenoblastos y tenocitos:



- Sintetizan colágeno y todos los componentes de la MEC.
- Son activos en la generación de energía (Ciclo de Krebs, Glucólisis anaerobia).
- Se sitúan entre las fibras de colágeno.
- Se comunican entre ellos (Cadenas de Ranviere) formando en paralelo a lo largo de la dirección principal de la tensión.
- Capaces de “detectar” y responder a la carga mecánica.

- 70% H<sub>2</sub>O y tenocitos
- 30% Masa seca (80% Colágeno tipo I y 2% elastina) dentro de la MEC.
- La **fibra de colágeno** es la **unidad tendinosa mas pequeña** visible en **microscopio**. Puede ponerse a prueba de forma mecánica.
- El colágeno se **organiza** principalmente de **forma longitudinal** (Dirección de la carga), pero también **transversal y horizontalmente** formando espirales y trenzas.
- La molécula de colágeno está formada por **cientos de pequeñas moléculas de tropocolágeno** unidas mediante “**puentes cruzados**”, la cantidad de uniones de este tipo determinara la **resistencia y rigidez** del colágeno.
- Se caracteriza principalmente por su notable resistencia: una fibra de 1 mm de diámetro puede soportar una carga de 10 a 40 kg.



**Figura 1.** Organización estructural de las fibras colágenas para constituir el tendón. A. Estructura macroscópica de un tendón del músculo extensor radial largo del carpo obtenido de Rata Wistar albina; B y C. Microfotografías con tinción hematoxilina-eosina tomadas en 10x (Scale Bar 100 micras), correspondientes a tendones con orientación longitudinal en B y transversal en C; D. Organización ultraestructural del tendón. Adaptado y modificado a partir de Nourissat *et al*<sup>14</sup>.

# Componentes de la MEC

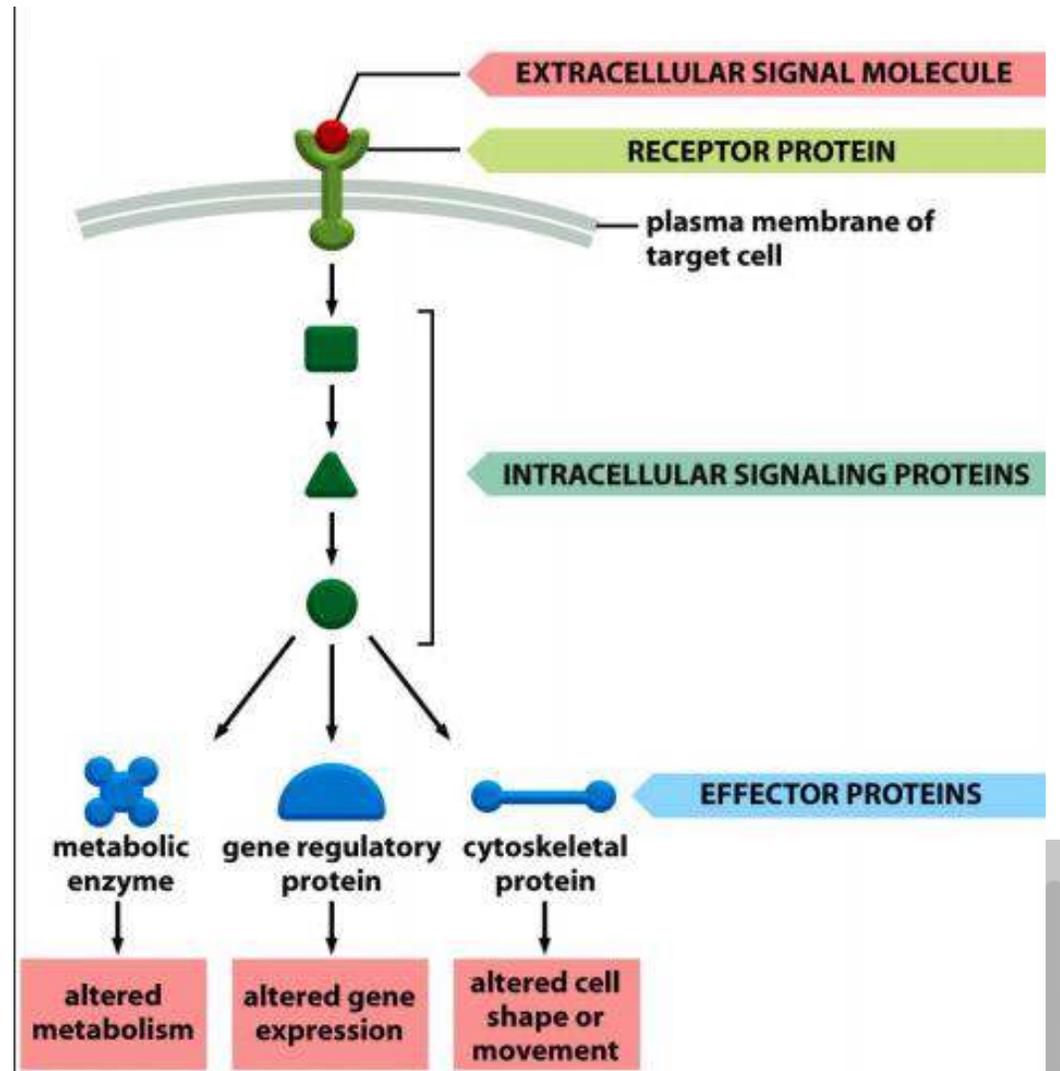
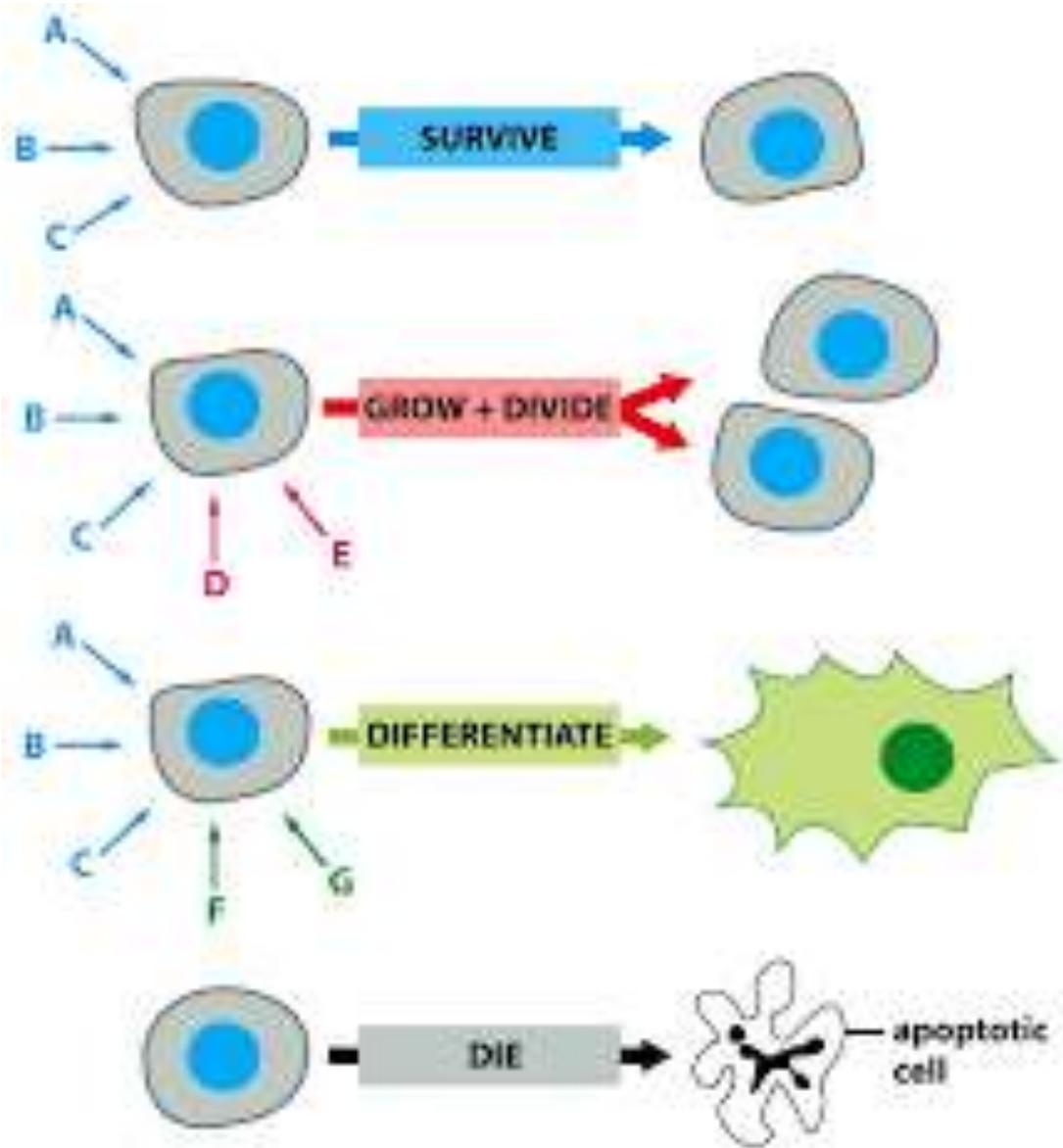
- **Proteoglicanos:** Hidrófilos, permiten migración de células y difusión de moléculas, contribuyen a las propiedades biomecánicas y estructurales de la MEC.
- **GAG (Glicosaminoglicanos):** moléculas viscosas que brindan integridad estructural a las células y provee vías entre estas para facilitar la comunicación.
- **Glucoproteinas:** (Trombonectina, fibronectina y Tenascina C)  
Funciones de reparación / regeneración.
  - Tenascina C: Su expresión está regulada al alza en la tendinopatía al aumentar el estrés y la tensión mecánica y se cree que juega un papel importante en la orientación y alineación del colágeno.

# ADAPTACIONES DE LA MEC DEL TENDÓN AL EJERCICIO:

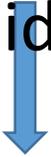
- Existen procesos metabólicos que controlan el equilibrio entre la adaptación fisiológica y patológica de la carga.
- Estos procesos los dividiremos en:
  - Metabolismo y flujo sanguíneo
  - Síntesis de colágeno en tendones

# Metabolismo y flujo sanguíneo

- El **número de fibroblastos** (Células residentes) en el tendón y su vaina es relativamente **bajo**.
- Existen **procesos elevados de comunicación célula-célula** entre los fibroblastos. Esto proporciona una base para la existencia de un **proceso dinámico entre la MEC y las células**.
- Se sabe que el **flujo sanguíneo aumenta de 3 a 7 veces** en el tendón con el ejercicio y no parece haber un flujo sanguíneo reducido ni signos de isquemia e los tendones con el ejercicio.

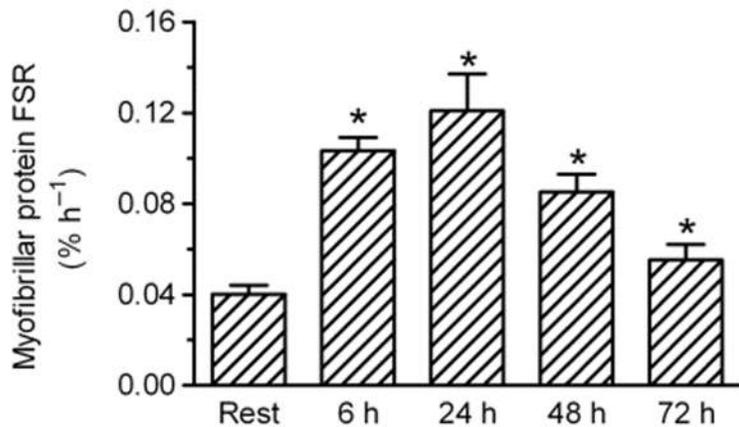
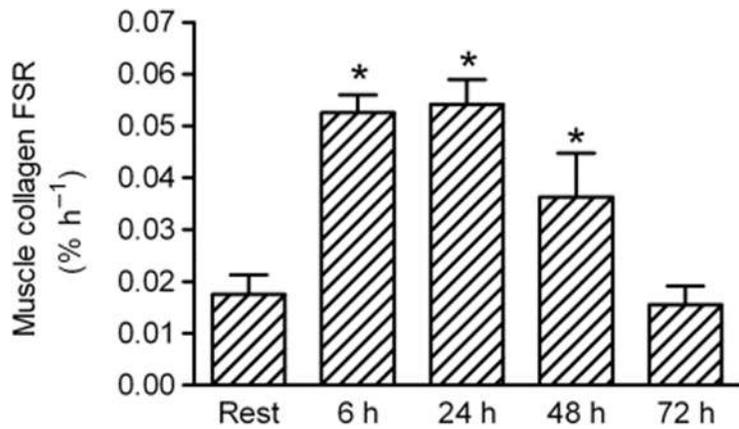
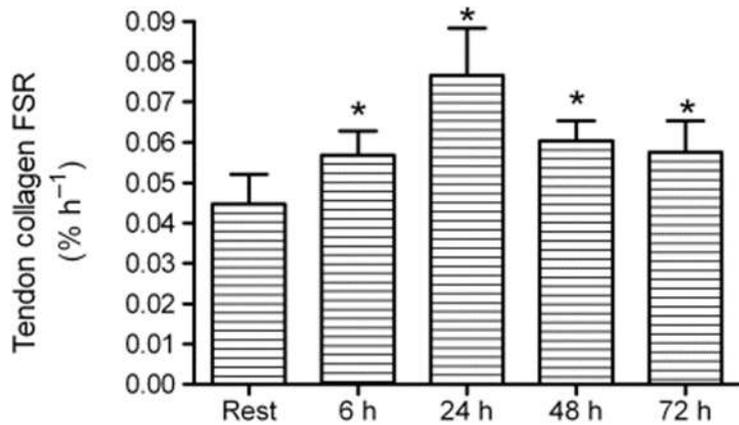


# Cómo se regula el flujo sanguíneo en el tendón:

- **Ejercicio** (Carga mecánica)  **Eleva varios vasodilatadores** en el tejido peritendinoso (Bradiquinina, adenosina).  

- **Eleva las PG el óxido nítrico y el EDHF** (Factor de crecimiento endotelial). Importantes **reguladores del flujo** sanguíneo.
  - Debido a que las PG desempeñan un papel nociceptivo en combinación con otras sustancias durante los procesos inflamatorios, regulando el flujo sanguíneo, surge la pregunta de si es necesario inhibir la síntesis de PG con la utilización de AINES.
- **No** hay signos de **desaturación de O<sub>2</sub>** pronunciados o **hipoxia** durante la carga (Espectroscopia)
- Se ha visto que la captación de glucosa aumenta con el ejercicio.

# Síntesis de colágeno y tendones:





-La síntesis de colágeno en el tendón **humano aumenta alrededor del 100%** con solo **60min de ejercicio** agudo. Esta síntesis elevada **sigue presente 3 días después**.

-**Aumento de la degradación de proteínas**. La actividad de las MMPas aumenta inmediatamente después del ejercicio.

-Si las sesiones de ejercicio se dan demasiado próximas entre sí, es posible que no se obtenga el máximo beneficio de la síntesis de colágeno y entremos en un estado catabólico.

-Una vez cesado el entrenamiento, la degradación de proteínas se reduce lentamente, mientras que la **síntesis permanece alta**.

- La **síntesis y la degradación** de proteínas permanecen **altas durante 4 semanas** con el entrenamiento continuado.
- Mientras que la **síntesis** permanece **alta durante 12 semanas** con el entrenamiento continuado.

¡IMPORTANTE MANTENER EL ENTRENAMIENTO DEL TENDÓN DURANTE AL MENOS ESTE TIEMPO!