



T24 · Contracción muscular

Propiedades de los músculos y acoplamiento excitación-contracción

Hoja de repaso rápido · sarcómero, Ca^{2+} , puentes cruzados, ATP y relajación

📖 Dificultad: **INTERMEDIA** | ⌚ Lectura: **15–16 min** | 📅 Estudio: **1,2–1,5 h**

1 Idea central

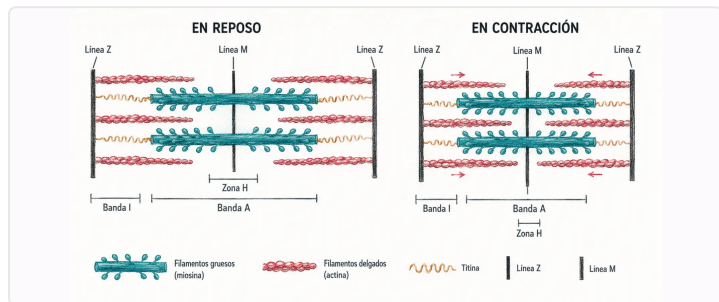
El músculo esquelético contrae por ciclos de unión actina-miosina dentro del sarcómero, activados por Ca^{2+} y alimentados por ATP.

El Ca^{2+} desbloquea la actina al unirse a troponina C.

El ATP permite golpe de remo, desprendimiento y relajación.

El sarcómero se acorta por deslizamiento, no por acortamiento de filamentos.

2 Sarcómero: reposo vs contracción



★ En contracción se acortan banda I y zona H; la banda A mantiene su longitud.

3 Bandas y líneas

Estructura	Qué contiene	Durante contracción
Banda A	Miosina ± actina	No cambia
Banda I	Solo actina	Se acorta
Zona H	Solo miosina	Se reduce
Línea Z	Ancla actina	Se aproxima
Línea M	Ancla miosina	Centro estable
Titina	Muelle M-Z	Elasticidad pasiva

4 Filamentos y regulación

Componente	Papel funcional
Miosina II	Filamento grueso; cabeza ATPasa y unión a actina.
Actina F	Filamento fino; polímero helicoidal de actina G.
Tropomiosina	Cubre sitios de unión para miosina en reposo.
Troponina T	Ancla el complejo a la tropomiosina.
Troponina C	Sensor de Ca^{2+} ; inicia desbloqueo.
Troponina I	Inhibe actomiosina en ausencia de Ca^{2+} .

5 Potencial de acción y tríada

PA sarcolema → Túbulo T → Tríada → RS
Reposo: **-80 a -90 mV** ; PA esquelético: **1–5 ms** .

La tríada reúne túbulo T + dos cisternas terminales del retículo sarcoplásmico.

No hay meseta por Ca^{2+} extracelular: eso es propio del músculo cardíaco.

6 Acoplamiento excitación-contracción

DHPR → RyR1 → Ca^{2+} → TnC → actina accesible

El **DHPR** es sensor de voltaje en el túbulo T.

El **RyR1** del retículo sarcoplásmico libera Ca^{2+} al sarcoplasma.

En músculo esquelético el acoplamiento DHPR-RyR1 es **mecánico directo**

★ Esquelético: DHPR → RyR1. Cardíaco: entrada de Ca^{2+} → RyR2.

7 Ciclo de puentes cruzados

Paso	Evento clave
1. Activación	Ca^{2+} se une a TnC; tropomiosina se desplaza.
2. Unión	Miosina-ADP+Pi se une a actina.
3. Golpe	Sale Pi → rotación; actina avanza 5–10 nm.
4. Recarga	ATP une miosina, la desprende e hidrólisis la recarga.

★ Sin ATP, la miosina no se desprende: puentes atrapados → rigor.

8 Relajación y energía

SERCA

Reintroduce 2 Ca^{2+} /ATP en el retículo sarcoplásmico.

Relajación

Baja Ca^{2+} → tropomiosina vuelve a cubrir la actina.

ATP	Velocidad	Duración
ATP directo	Inmediata	1–2 s
Fosfocreatina	Muy rápida	10–15 s
Glucólisis	Rápida	10 s–2 min
Oxidativa	Lenta	Minutos–horas

★ Fatiga: PCr/glucógeno ↓, H^+ y Pi ↑, y cambios en disponibilidad de Ca^{2+} .

9 Ideas clave para examen

- Se acorta el sarcómero, no los filamentos.
- Ca^{2+} activa; ATP genera fuerza.
- DHPR abre RyR1 por acoplamiento mecánico.
- El Ca^{2+} contráctil procede del RS.
- ATP desprende miosina y alimenta SERCA.
- ATP → PCr → glucólisis → oxidativa.

10 Errores frecuentes

- ✗ **“Actina y miosina se acortan”**. No: se deslizan y aumenta el solapamiento.
- ✗ **“El Ca^{2+} genera la fuerza”**. No: desbloquea la actina; la fuerza depende de ATP.
- ✗ **“La relajación es pasiva”**. No: SERCA consume ATP para retirar Ca^{2+} .
- ✗ **“DHPR libera Ca^{2+} ”**. No: detecta voltaje; el canal que libera Ca^{2+} es RyR1.