

# Muşchiul Neted

# Muschiul Neted

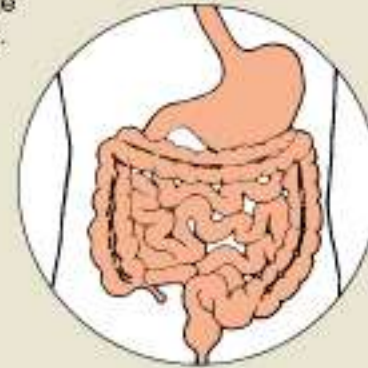
- Celule fusiforme, uninucleate
- Fără striații
- Control vegetativ, involuntar
- Con tracție lentă sau peristaltică
- Realizează sinciții prin comunicarea prin joncțiunile gap dintre celule

## (c) Smooth muscle

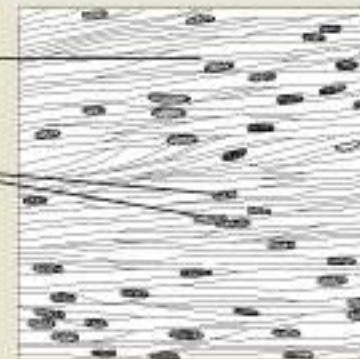
**Description:** Spindle-shaped cells with central nuclei; cells arranged closely to form sheets; no striations.

**Function:** Propels substances or objects (foodstuffs, urine, a baby) along internal passageways; involuntary control.

**Location:** Mostly in the walls of hollow organs.

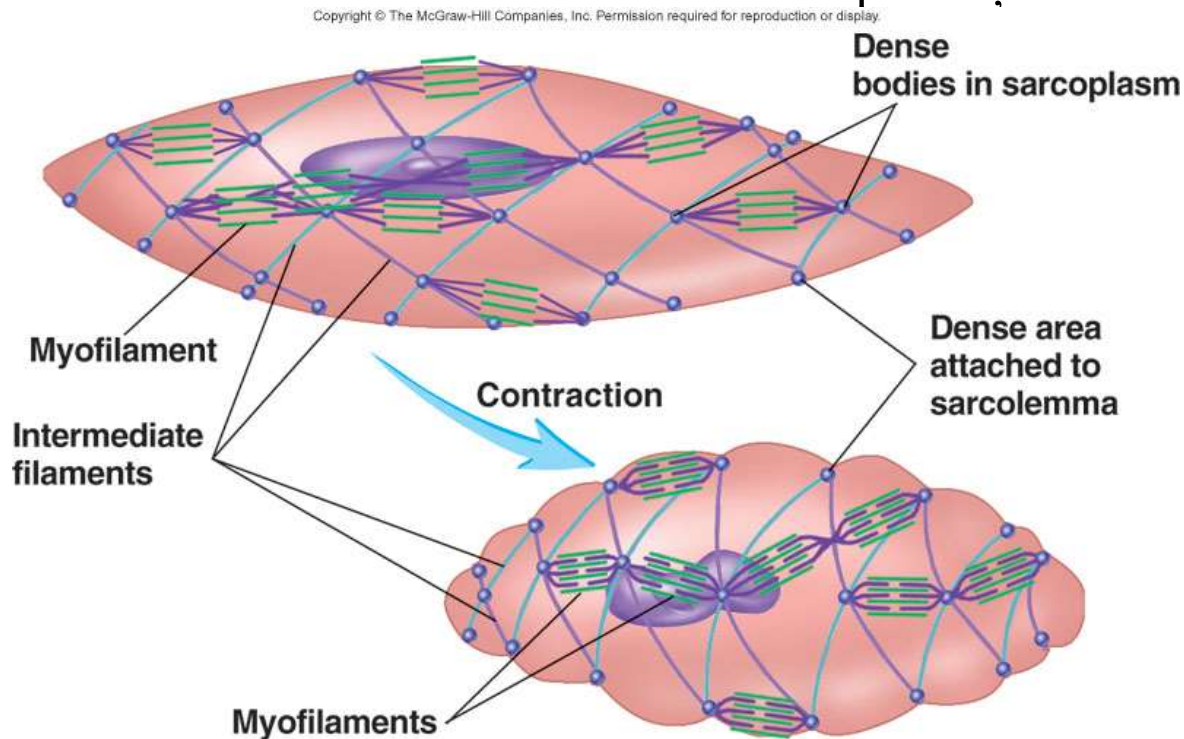


Smooth  
muscle  
cell  
Nuclei



# Celula musculara neteda

- Celulele dau aspectul neted
- Celulele sunt mai mici decât fibrele musculare
- Au forma de fus
- Sunt mai multe filamente de actina decât miozina
- Fără sarcomere
  - Nu exista o organizare repetitiva.
- Caveolele care sunt invaginații ale membranei;
  - acțiune posibil asemănătoare tubilor T
- Corpi denși~ discuri Z



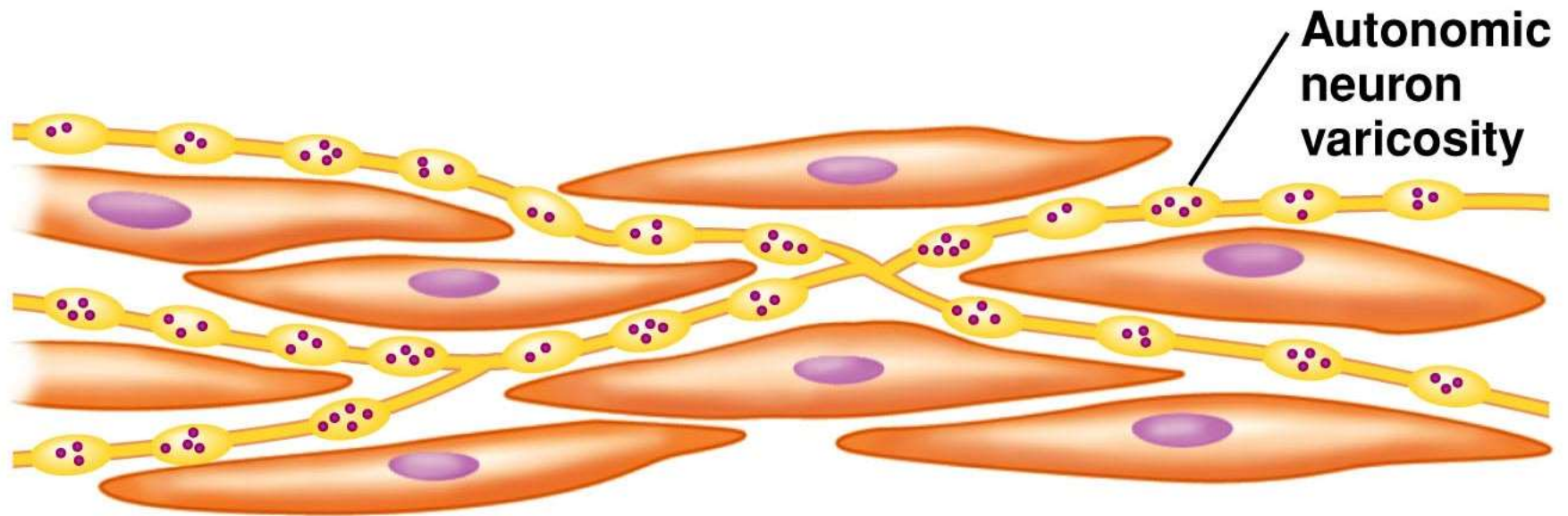
# Structura filamentelor contractile

- Corpi denși
  - loc de atașare a filamentelor ușoare de actina
  - Sunt situați submembrana dar și răspândiți în interiorul celulei
  - Filamentele de miozina sunt dispuse printre filamentele de actina

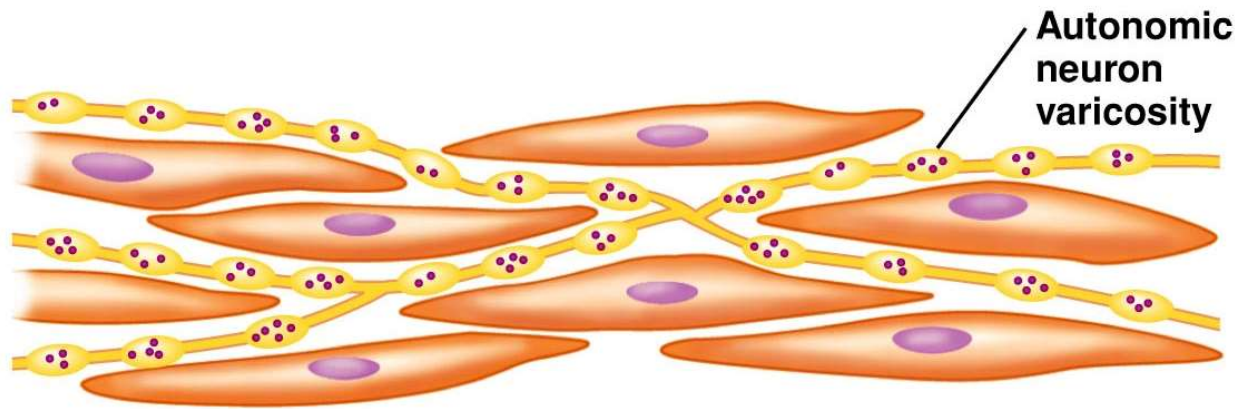
# Mușchiul neted

- Primește inervație din partea SNV simpatic și parasimpatic
- În funcție de tipul de mușchi neted inervația este diferită
  - Mușchiul neted unitar (visceral)
    - Terminația nervoasă vegetativă efectuează numeroase dilatații numite viscozități
    - Această terminație face sinapsa cu câteva celule musculare
    - Celulele prezintă numeroase joncțiuni GAP
    - Impulsul electric este transmis în toate celulele interconectate- sincițiu-: peretele se comportă ca o unitate
  - Mușchiul neted multiunitar (m. irian, m. ciliar, mm. erector al firului de păr)
    - Se comportă ca unități separate
    - Fiecare unitate primește o terminație nervoasă vegetativă
    - Celulele musculare au puține joncțiuni GAP

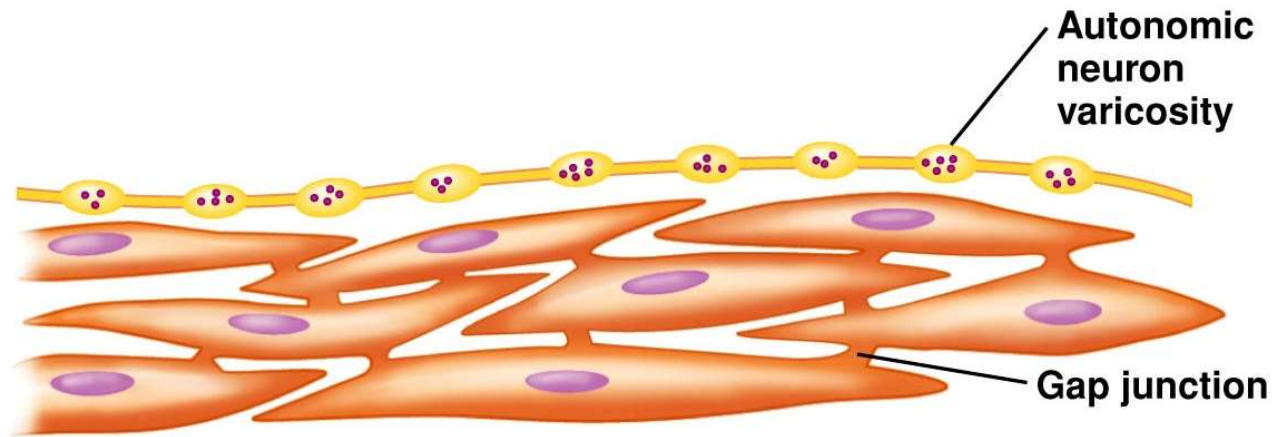
# Mușchiul neted multiunitar



**(a) Multi-unit smooth muscle**



**(a) Multi-unit smooth muscle**



**(b) Single-unit smooth muscle**

# Potențialul de acțiune al mușchiului multiunitar

- Este asemănător cu al mușchiului striat sau cardiac
- Potențialul de acțiune este prelungit
- Se declanșează în urma stimulării receptorilor de suprafață
- Dilatațiile varicoase fac sinapsa cu fiecare celulă musculară

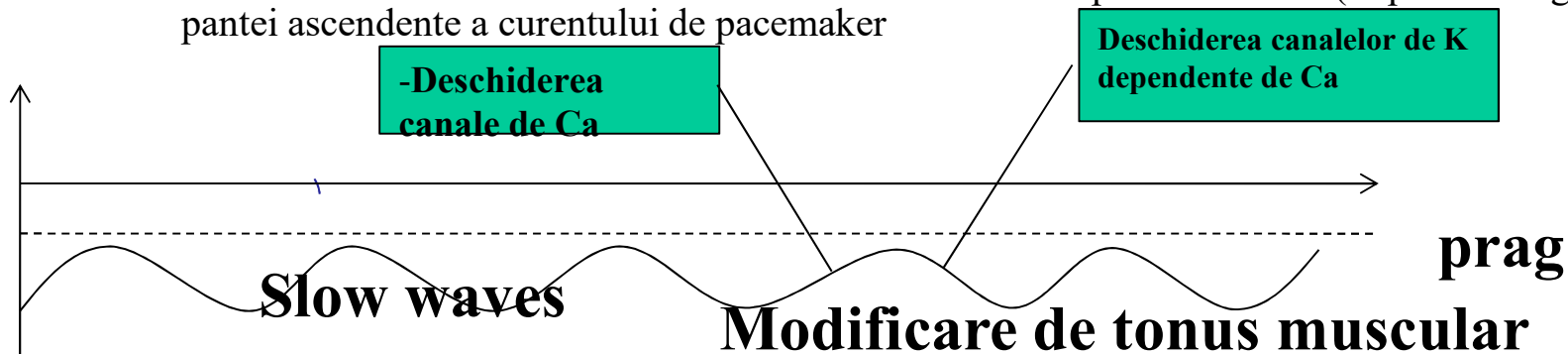


# Potențialele de acțiune ale mușchiului neted unitar

- Este un răspuns gradual la diferiți stimuli:
  - Neurotransmițător
  - Factori hormonal locali si circulanți
  - Stresul mecanic (alungirea fibrei)
  - Spontan (autoritm)
- Potențialele de acțiune:
  - Scurte (pana in 100ms) sau lungi (in platou)
  - Depolarizare prin deschiderea canalelor de Ca. Ca modifica potențialul membranal cu atingerea valorii prag si deschiderea canalelor de Ca voltaj dependente de tip L.
  - Viteza de depolarizare este mai lenta decât in mușchiul cardiac sau mușchiul scheletic (Ca versus Na)
  - Repolarizare este întârziata :
    - Inactivare lenta a canalelor de Ca
    - Repolarizare prin canale de K lente ( se activează lent)
    - Repolarizare prin canale de K activate de Ca

# Activitate electrica spontana a mușchiului neted

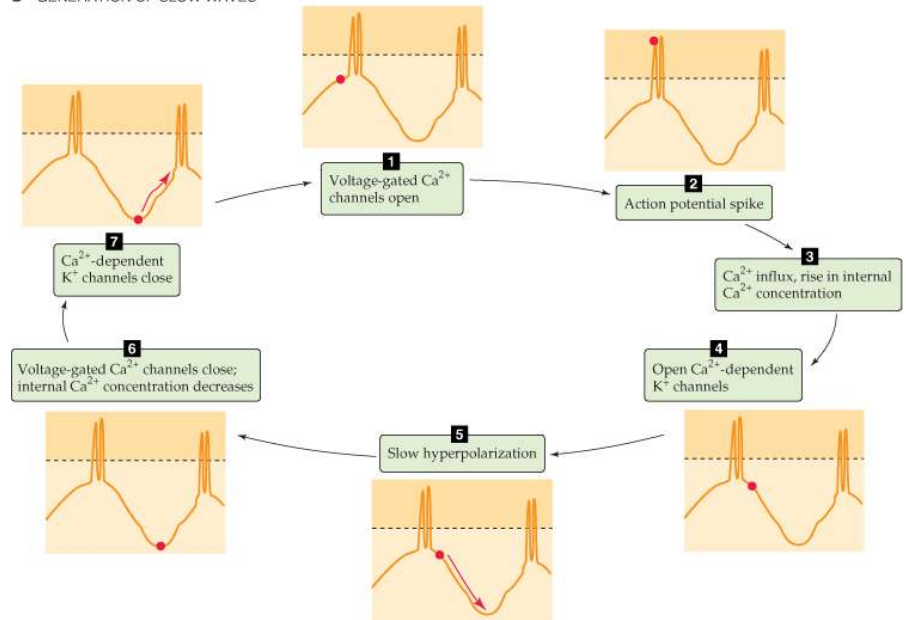
- Activitatea se bazează pe un curent de pacemaker
- Curentul de pacemaker determina modificarea potențialului de membrana pana la valoarea prag când se generează potențialul de acțiune
- Modificările repetate ale potențialului de membrana (oscilațiile) produse de curentul de pacemaker sunt numite si “unde lente” (slow wave)
- Mecanisme:
  - Mecanismul principal: deschiderea de canale de Ca activate de repolarizare → creșterea potențialului de membrana → activarea canalelor de K activate de Ca → efluxul de K cu restabilirea valori inițiale a potențialului membranar când din nou canalele de Ca se deschid si ciclul se reia.
  - Mecanisme adiționale:
    - Deschiderea canalelor de Ca cu un influx de Ca dar si de Na → crește concentrația de Na → crește activitatea Na/K ATP-aza → restabilirea potențialului membranar (important in panta descendenta a curentului de pacemaker)
    - Activarea caili IP<sub>3</sub>- eliberare de Ca – Ca cheamă Ca –recaptare Ca in RS (important in generarea pantei ascendente a curentului de pacemaker)



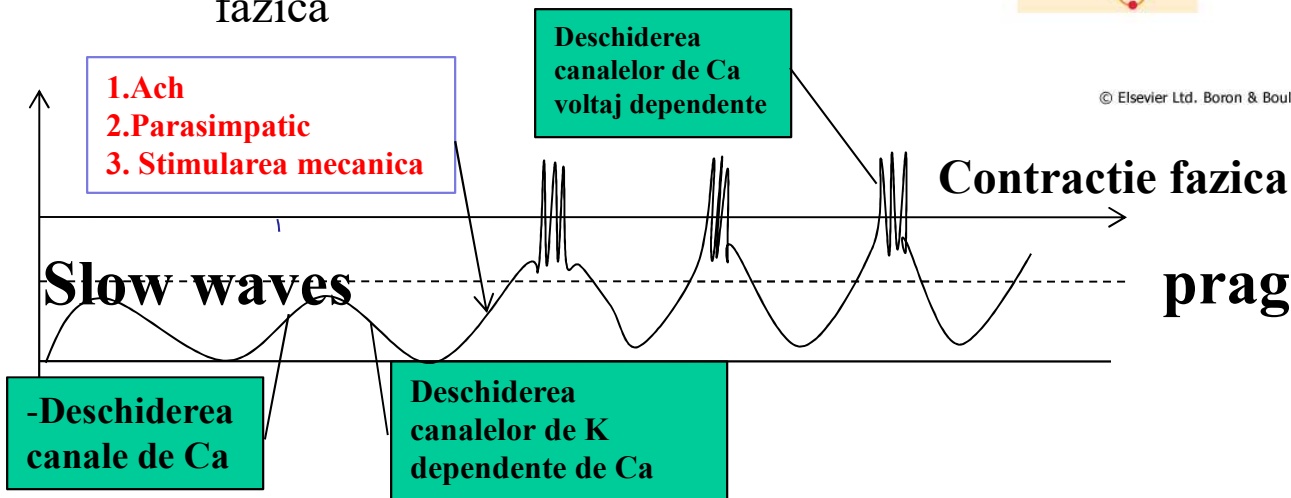
# Consecințele activității electrice cu unde lente

- Generarea unor contracții tonice musculare repetate (unde nu pot atinge valoarea prag)
- Când unda lentă atinge valoarea prag →
  - Potențial de acțiune → deschiderea canalelor de Ca voltaj dependente → contracție fazica

B GENERATION OF SLOW WAVES

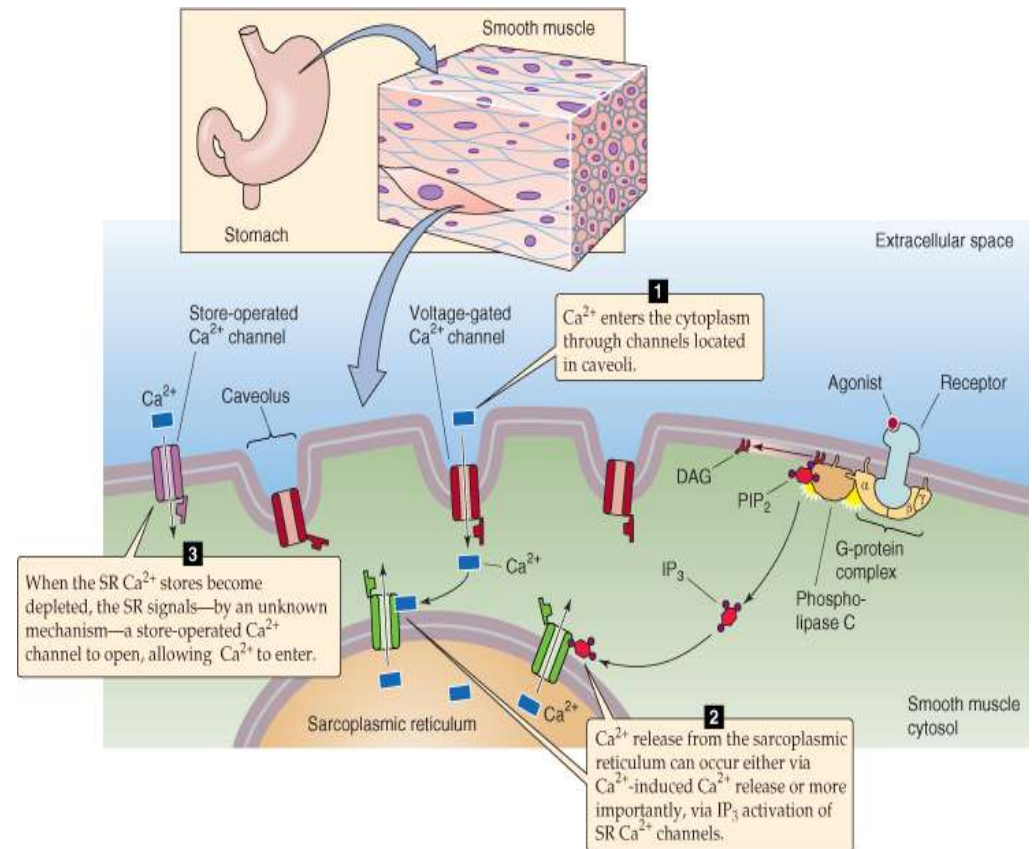


© Elsevier Ltd. Boron & Boulpaep: Medical Physiology, Updated Edition www.studentconsult.com

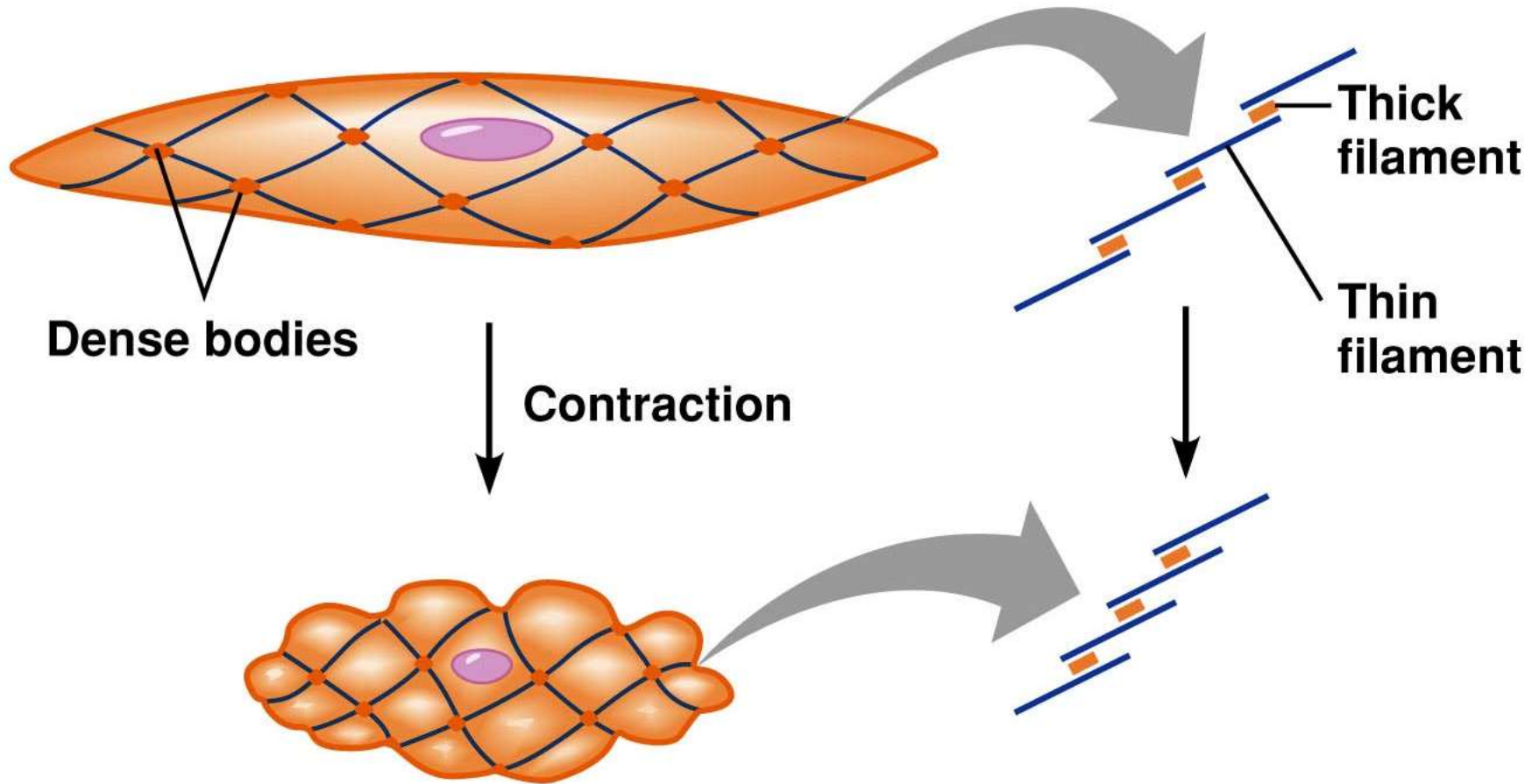


# Cuplarea excitatiei cu contractia

- Creșterea concentrației de Ca în citosol:
  - 1. Influx de Ca prin canalele de Ca tip L voltaj dependente
  - 2. Activarea caili neurotransmitator-GPCR-PLC-IP<sub>3</sub>-elib din RS de Ca
  - 3. Deschiderea de canale de Ca independente de voltaj (store-opened Ca channel) prin activarea caili STIM (RE)-ORAI1(Icrac)
  - Ca este eliberat din RS prin mecanismul Ca cheamă Ca și prin cuplarea canalelor de Ca de tip L cu canalele de Ca din RS (RYR3)
  - Activarea pe cale necunoscuta modif potențial membrantar → IP<sub>3</sub>

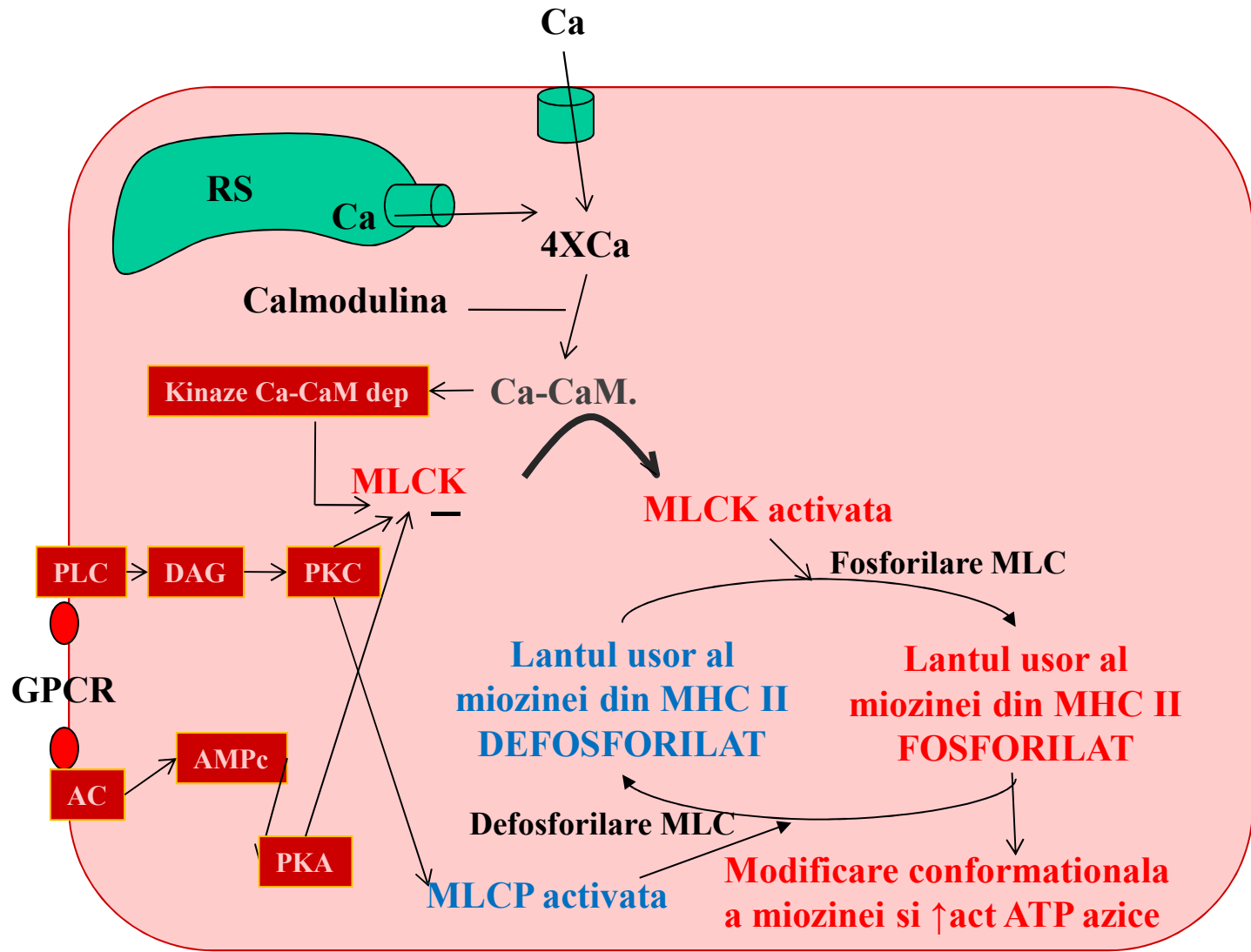


# Celula musculara neteda

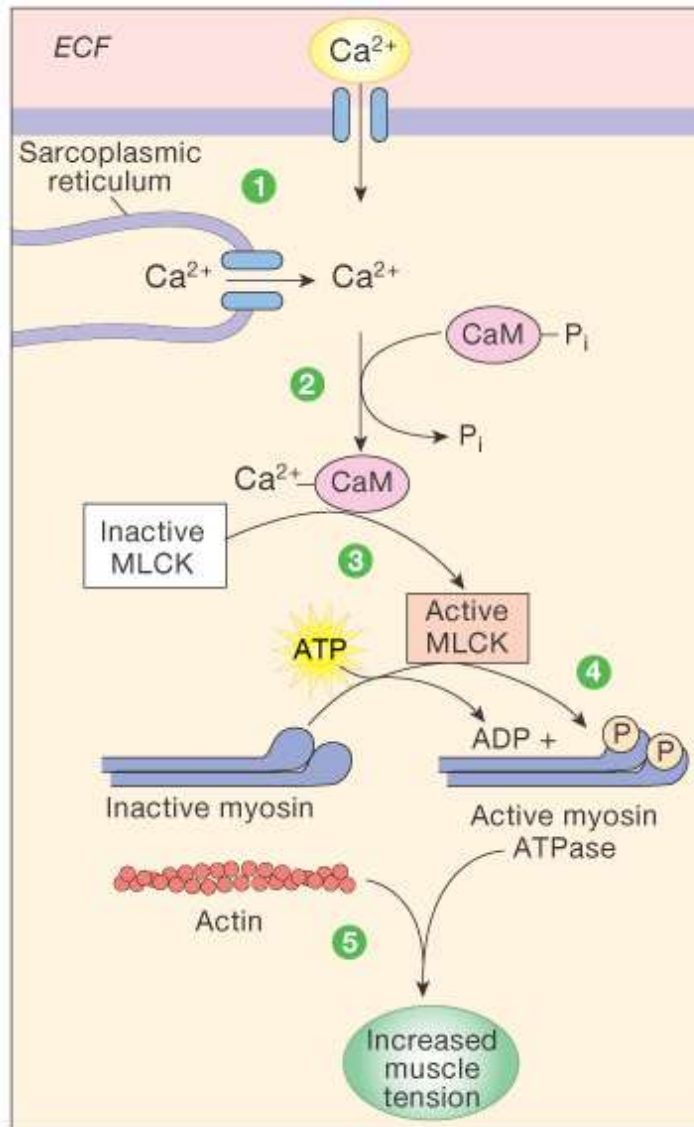


# Cuplarea excitației cu contracția

- Ca se leagă de cele 4 situsuri ale calmodulinei
- Calmodulina-Ca → miozin light chain kinaza (MLCK) → activitate enzimatică → fosforilează lanțul reglator al miozinei II → crește activitatea ATP-azică a miozinei.
- Raspunsul MLCK la acțiunea Ca-Calmodulina poate fi modificată:
  - Fosforilarea unor situsuri specifice ale MLCK de către alte kinaze
  - PKA, PKC sau kinaze dependente de Ca-calmodulina determină scăderea răspunsului MLCK la activare de către Ca-Calmodulina
- Activarea miozinei este lentă dar activitatea ATP-azică a miozinei este crescută.
- Odată cu îndepărtarea tropomiozinei contracția este inițiată



# Mecanismul contractiei musculare



1 Intracellular  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations increase when  $\text{Ca}^{2+}$  enters cell and is released from sarcoplasmic reticulum.

2  $\text{Ca}^{2+}$  binds to calmodulin (CaM).

3  $\text{Ca}^{2+}$ -calmodulin activates myosin light chain kinase (MLCK).

4 MLCK phosphorylates light chains in myosin heads and increases myosin ATPase activity.

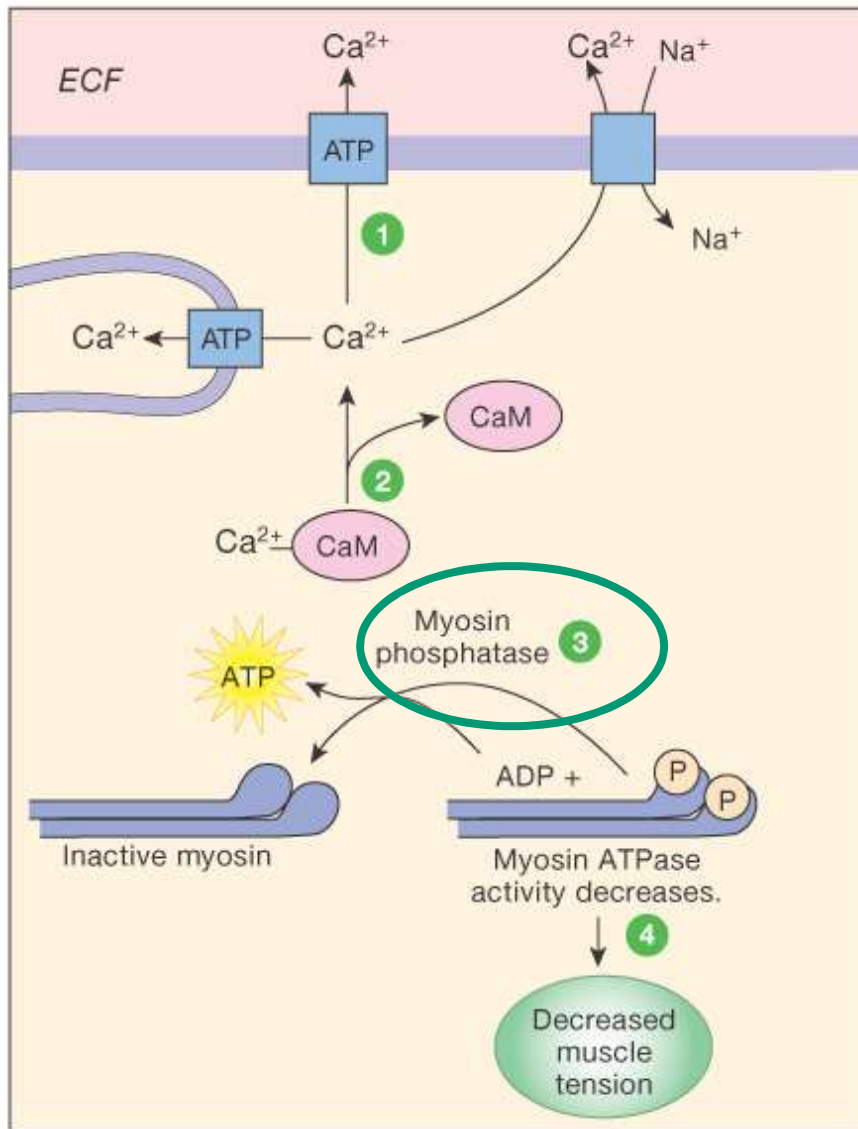
5 Active myosin crossbridges slide along actin and create muscle tension.



# Mecanismul relaxării musculare

- Scăderea concentrației de Ca în celula musculară netedă
  - Pompe de Ca
  - Antiport Na/Ca
- Defosforilarea lanțului ușor de către fosfataza lanțului ușor.
- Fosfataza lanțului ușor al miozinei:
  - Heterotrimer
  - Defosforilează lanțul ușor reglator al miozinei
  - Poate fi controlată prin activarea GPCR. GPCR activează cascada de PLC-DAG-IP3-PKC
  - **Activarea PKC scade activitatea fosfatazei lanțului ușor (reglator) al miozinei**

# Mecanismul relaxării musculare



1 Free  $\text{Ca}^{2+}$  in cytosol decreases when  $\text{Ca}^{2+}$  is pumped out of the cell or back into the sarcoplasmic reticulum.

2  $\text{Ca}^{2+}$  unbinds from calmodulin (CaM).

3 Myosin phosphatase removes phosphate from myosin, which decreases myosin ATPase activity.

4 Less myosin ATPase results in decreased muscle tension.