

I. MUȘCHIUL SCHELETIC

- fibre musculare
- țesut conjunctiv
 - epimisium
 - perimisium
 - endomisium
- vase sanguine
- fibre nervoase (somatice și vegetative)

Unitatea motorie

motoneuron somatic + totalitatea fibrelor pe care le inervează

FIZIOLOGIA MUȘCHIULUI SCHELETIC

1. evenimente la nivelul plăcii motorii
2. cuplarea excitației cu contracția + eliberarea Ca^{2+}
3. ciclul contractil + relaxarea
4. teoria glisării filamentelor
5. manifestări mecanice: ale contracției

PLACA MOTORIE

- butoni terminali → ACh → zone active
- sarcolemă cudată + RACH + fantă
- fanta sinaptică
 - 1-100nm
 - conține o lamină bazală
 - AChEsteraza ancorată de filamentele de colagen
- PLTP (potențial local terminal de placă) → sumație → PA în fibra musculară striată

CUPLAREA EXCITAȚIEI CU CONTRACȚIA

- canale de Ca^{2+} voltaj dependente (DHP – dihidropiridin – sensibile)
- deschiderea canale de Ca^{2+} RY (rianodin) sensibile în REN
- eliberare masivă Ca^{2+} intracitoplasmatică

MECANISMUL CONTRACȚIEI MUSCULARE

- complexe Ca^{2+} + TrpC
- îndepărtarea tropomiozină
- legarea capului miozinei de situsul activ al actinei
- formare punți
- glisare filamente
 - contracție
 - ciclul formării de punți transversale
 - îngustare: disc clar, banda H, sarcomer
 - nu se îngustează: discul întunecat
- recaptare Ca^{2+} → activ → ATP-ază → relaxare

CICLUL CONTRACTIL

→ scurtarea fibrei datorită glisării filamentelor de actină printre cele de miozină

1. Starea de rigiditate

- capul miozic legat de situsul activ al actinei G → punți transversale → unghi 45°
- durată scurtă
- nu există ATP sau ADP în situsul ATP-azic al miozinei
- lipsa ATP → blocare → rigor mortis

2. Fixarea ATP de miozină

- ruperea legăturii cu actina G → stare eliberată

3. Hidroliza ATP-ului

- ADP + Pi
- rămân în situs

4. Modificarea unghiului → 90°

- „armare”
- intervenția complexului Trp-Trm → blocarea contracției

5. „Balans”

- legarea capătului cu o moleculă de actină G la 1-2 molecule distanță

6. Eliberarea Pi

- înclinarea punții → 90° → 45°

7. Eliberarea ADP

MANIFESTĂRILE MECANICE ALE CONTRACȚIEI

SECUSA → răspuns contractil la stimul unic

- latență
- contracție
- relaxare

TETANOSUL

- incomplet
- complet

MANIFESTĂRI TERMICE ALE CONTRACȚIEI

- eliberare de căldură
- termoreglare → frisonul

TIPURI DE CONTRACȚII

1. Contracții izometrice
2. Contracții izotonice
3. Contracții auxotonice → 1+2

SURSELE ENERGETICE ALE CONTRACȚIEI MUSCULARE

1. Hidroliza ATP
2. Hidroliza creatinfosfatului
3. Glicoliza anaerobă
4. Glicoliza aerobă

II. MUȘCHIUL NETED

Particularități structurale

- celule fuziforme, uninucleate
- miofibrile fără striatii
- inervație vegetativă

a. SINGLE-UNIT = UNITAR

- tract GI, urinar
- contracție cvasisimultană a tuturor fibrelor

b. MULTI-UNIT = MULTIUNITAR

- mm. intrinseci ai ochiului
- mm. piloerectori
- ducte deferente
- pereții arterelor mari

1. Sarcolemă cu excavații mai puțin pronunțate

- caveole

2. Structuri dense

- intracitoplasmatică = CORPI DENȘI → α -actinină → „echivalent” mb Z
- pe fața internă a sarcolemei = PLĂCI DENSE
- între corpii denși → A + M + filamente intermediare (ex.: desmina)

3. Raportul actină: miozină = 12:1

4. NU troponină/tropomiozină

- echivalentul tropomiozinei
 - lanțul ușor reglator al M
- echivalentul troponinei
 - calmodulina

SINAPSA NEUROMUSCULARĂ ÎN MUȘCHIUL NETED

- sarcolemă „nespecializată”
- axonul se continuă și după ce face sinapsă
 - varicozități
- sinapse multiple
 - cu aceeași fibră
 - cu fibre diferite

MM neted multiunitar

- contact cu fibrele individuale → răspuns rapid

MM neted single-unit

- fără contact direct între varicozități și fibre
- MC difuzează → răspuns lent

PARTICULARITĂȚI FUNCȚIONALE

- contracția la aprox. 200 msec după PA
- terminare la aprox. 500 msec după PA
- utilizează energie puțină
- scurtare marcată → cu până la 70%
- își poate reajusta lungimea de repaus

POTENȚIALELE

PR

- aprox -50 mV
- instabil (-55-35) → potențial de peacemaker
- cauza: modificări ritmice ale permeabilității pentru Ca^{2+} / funcționarea ATPază Na^+/K^+ dep.

PA

- mm multiunitar → depolarizări subliminale → contracții localizate
- PA esențial pt mm single-unit → propagare efaptică
- tipuri:
 - potențiale de vârf (spike)
 - potențiale cu platou
 - potențiale de vârf (spike) pe un fond oscilator
 - unice
 - salve

EXCITAREA MUȘCHIULUI NETED

A. MULTIUNITAR

- inervație prin fibre nervoase

B. SINGLE-UNIT

- excitație spontană (potențial de pacemaker → spike)
- excitație efaptică → de la celule adiacente
- stimulare vegetativă → MC
 - ACh → R muscarinici
 - mm multiunitar → PA
 - mm singleunit cu potențial peacemaker → ↑ frecvența PA
 - NA/A
 - $R\alpha$
 - inhibitori** (tract GI) → ↑ permeabilitatea pt K^+ → hiperpolarizare
 - stimulatori** (vascular, urogenital, sfinctere) → ↑ permeabilitatea pt Na^+
 - $R\beta$ → **inhibitori** (ex.: tract GI) → scad activitatea tip „peacemaker”
- stimulare hormonală

CUPLAREA EXCITAȚIEI CU CONTRACȚIA

1. cuplarea electro-mecanică

- influx Ca^{2+} extracelular
- R-Ry dependenți
- eliberarea Ca^{2+} din REN

2. cuplarea farmaco-mecanică

- excitarea fără generarea unui PA în fibră

A. legarea de receptor → activare Prot G → + PL C → mesager II (IP3) → R-Ry

B. legarea de canale de Ca^{2+} ligand dependente → influx Ca^{2+}

3. cuplarea mecano-mecanică

- întindere

→ deschidere canale Ca^{2+} mecano-dependente → influx

Recaptarea Ca^{2+}

- în reticulul sarcoplasmatic → ATP-ază $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$ dependentă

Expulzare din celulă

→ mecanism activ primar: ATP-ază $\text{Ca}^{2+}/\text{H}^+$ dependentă

→ mecanism activ secundar: ATP-ază Na^+/K^+ dependentă cuplată cu un antiport $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$

MECANISMUL CONTRACTIL

→ Influx Ca^{2+}

→ Ca-CaM

→ activare MLCK (myosin light chain kinase)

→ fosforilare lanț ușor reglator

→ interacțiunea actină-miozină

→ contracție

→ **defosforilare** (miozin fosfataza)

→ ruperea punților existente → relaxare

→ inhibarea formării de punți noi

→ NU se formează concomitent toate punțile posibile: 0 → MAX

„BLOCAREA” (latch)

1. cicluri contractile frecvente

→ L mecanic mare

→ ↑ viteza; ↑ forța de contracție

sau

2. cicluri contractile rare

→ ↓ L mecanic

→ ↓ viteza; ↓ forța de contracție

↑↑↑ rezistența la tensiune pasivă (la întindere) (M rămâne legată de A)

!!! pereții arteriali → rezistență la întindere

PLASTICITATEA

→ tendință de comportare ca și cum ar fi mereu la lungimea de repaus

→ reorganizare filamente: serie/paralel