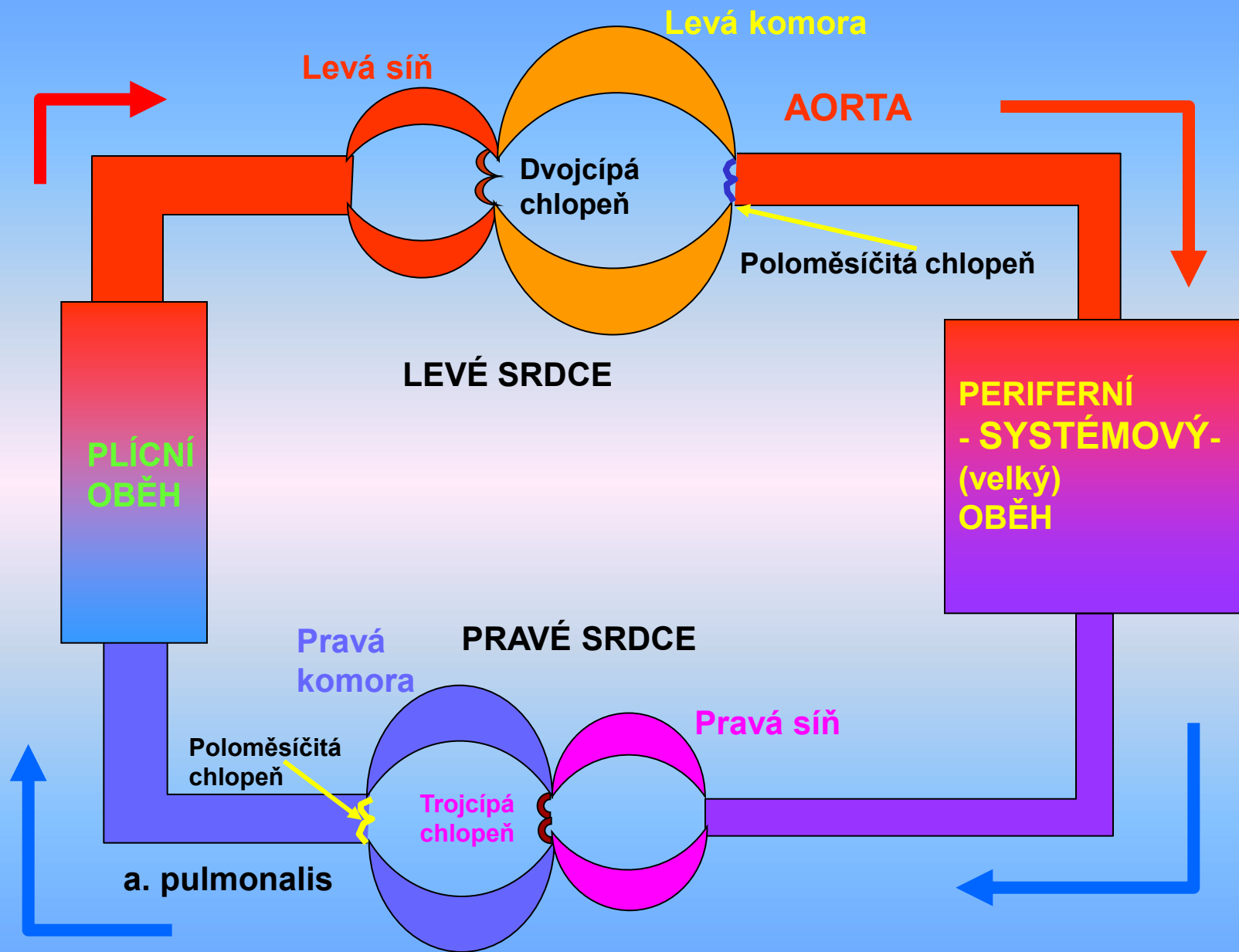


**BIOLOGIE**  
**A**  
**ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI**  
**SRDEČNÍHO**  
**SVALU**

**KREV JE  
NESTLAČITELNÁ**



**SRDEČNÍ SVAL = MYOKARD = TYP SARKOMERICKÉ SVALOVINY**

**SRDCE = DUTINOVÝ SVAL (4 PRACOVNÍ DUTINY). 2 SÍNĚ, 2 KOMORY**

**SRDCE SE RYTMYCKY SMRŠŤUJE (KONTRAHUJE) A OCHABUJE. (RELAXUJE). KONTRAKCE A RELAXACE SE PRAVIDELNĚ STŘÍDAJÍ.**

**KREV SRDCEM PROTÉKÁ JEDNOSMĚRNĚ**

**JEDNOSMĚRNOST TOKU KRVEM JE ZAJIŠTĚNA CHLOPENNÍM APARÁTEM**

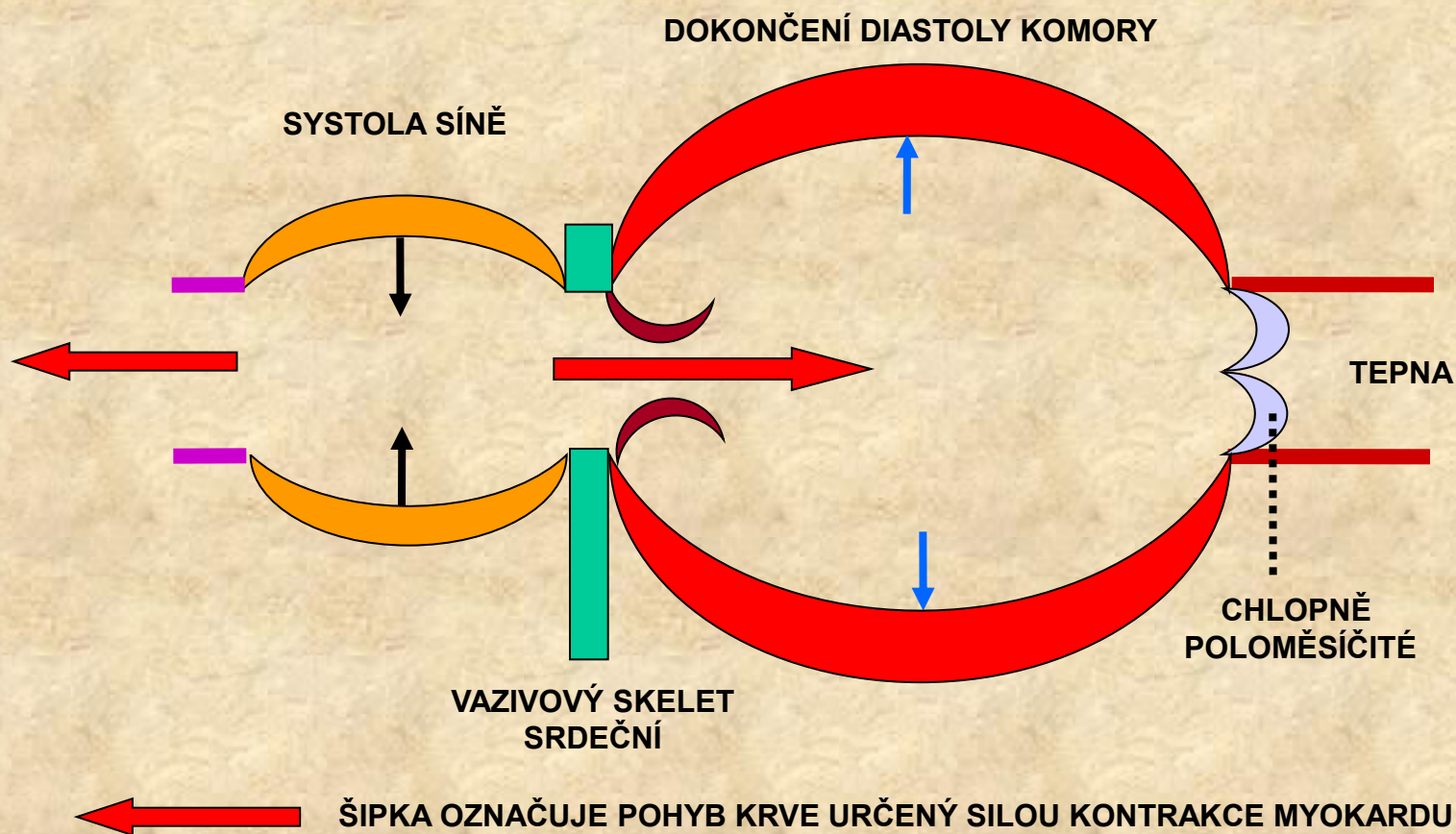
**NA SRDEČNÍ DUTINĚ (SÍNĚ, KOMOŘE) JE VTOKOVÉ A VÝTOKOVÉ ÚSTÍ**

**SÍNĚ JSOU CHLOPNĚMI OPATŘENY JEN NA VÝTOKOVÉM ÚSTÍ. KOMORY MAJÍ CHLOPNĚ NA VTOKOVÉM (CÍPATÉ) I VÝTOKOVÉM ÚSTÍ (POLOMĚSÍČITÉ)**

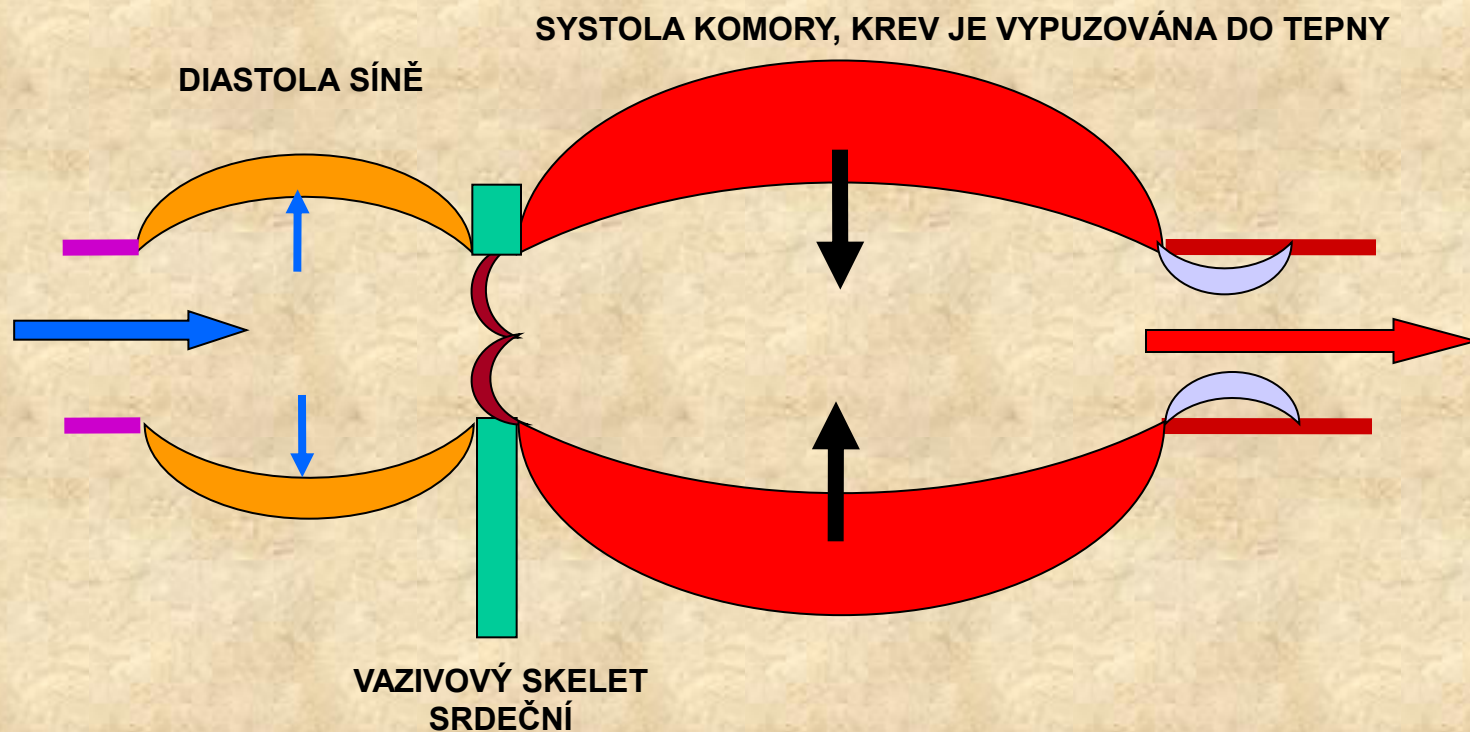
**DĚJE SPOJENÉ S PLNĚNÍM SRDEČNÍ DUTINY = DIASTOLA**  
**DĚJE SPOJENÉ S VYPUZOVÁNÍM KRVE = SYSTOLA**

**DIASTOLA JE DĚJ PASIVNÍ (NEDOCHÁZÍ K NASÁVÁNÍ KRVE)**  
**SYSTOLA JE DĚJ AKTIVNÍ = SILOU KONTRAKCE VLÁKEN MYOKARDU**  
**ROSTE V SRDEČNÍ DUTINĚ TLAK A KREV JE ZE SRDEČNÍ DUTINY**  
**VYPUZOVÁNA**

**OBA PROCESY, SYSTOLA A DIASTOLA, JSOU NA SRDEČNÍCH**  
**DUTINÁCH SYNCHRONYZOVÁNY. NEJPRVE SE KONTRAHUJÍ SÍNĚ**  
**A NÁSLEDOVNĚ KOMORY**



PŘI SYSTOLE SÍNĚ SE KREV TLAKEM PŘESOUVÁ DO KOMORY. KROMĚ TOHO (NEPŘÍTOMNOST CHLOPNĚ NA VTOKOVÉ ČÁSTI PŘEDSÍNĚ) SE MŮŽE URČITÁ PORCE KRVE VRACET DO ŽIL PŘED SRDCEM.



-  ŠIPKA OZNAČUJE POHYB KRVE URČENÝ SILOU KONTRAKCE MYOKARDU
-  PASIVNÍ PŘÍTOK KRVE ZE ŽIL DO SÍNĚ (ZAČÁTEK DIASTOLY SÍNĚ)

Ačkoliv myokard i kosterní sval reprezentují sarkomerickou svalovinu, existují mezi oběma prototypy význačné rozdíly, jejichž porovnání umožňuje specifickým vlastnostem myokardu porozumět. Nejdůležitější rozdíly jsou:

1. MORFOLOGICKÉ

2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

8. V METABOLISMU

9. V REGULACI A AUTOREGULACI

10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY



# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

8. V METABOLISMU

9. V REGULACI A AUTOREGULACI

10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

Svazek paralelně probíhajících válcovitých mnohojaderných vláken

## MYOKARD

Mnohojaderná větvičí se vlákna, různé délky a tloušťky, formující stěnu srdečních dutin

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

Vlákná jsou navzájem  
velmi dobře elektricky  
izolována

## MYOKARD

Vlákná, buňky, navzájem  
velmi dobře elektricky  
komunikují (nizkoodporové  
můstky, gap junctions)

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

Tvar vláken monotóní,  
liší se jen tloušťkou a  
tvarem

## MYOKARD

Značná polymorfie  
(heterogenita) ve tvaru vláken  
(buněk)

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

**Systém  
transversálních tubulů  
a terminálních  
cisteren  
formuje triady**

## MYOKARD

**Vztah T-tubulů a depositních  
částí sarkoplasmatického  
retikula je nepravidelný. Triády  
chybí.**

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

Sarkomerický sval.  
Délka sarkomery 2.2  $\mu\text{m}$

## MYOKARD

Sarkomerický sval. Délka  
sarkomery v klidu 1.8  $\mu\text{m}$ .

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

Bohatší SR než v  
myokardu

## MYOKARD

Chudší SR než v  
kosterním svalu

**SR = sarkoplazmatické retikulum**

# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

DHP-receptory T-tubulů  
jsou spojeny spanning  
proteinem s  
ryadinovými receptory  
TC SR

## MYOKARD

Mezi membránou T-tubulu  
a membránou SR je  
mezera.



# MORFOLOGICKÉ ROZDÍLY

## KOSTERNÍ SVAL

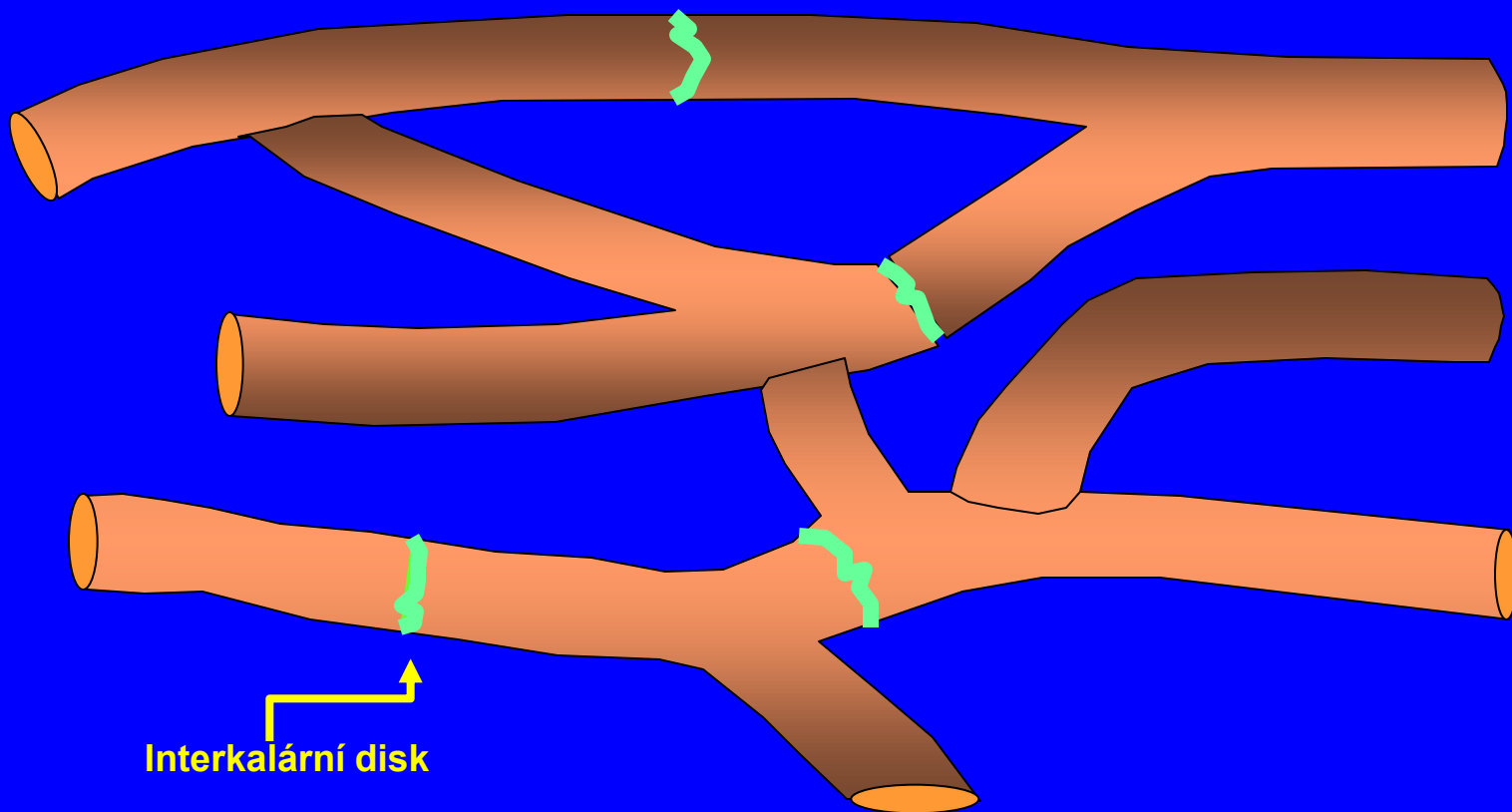
Svazek navzájem elektricky izolovaných vláken je spojen zpravidla na obou stranách do vazivové struktury: šlacha, aponeuroza. Výjimkou jsou svěrače a kruhové svaly (oční a ústní).

## MYOKARD

Jednotlivá vlákna se větví a spojují se na čele tzv. interkalárními disky. Ty zajišťují jednak mechanickou pevnost, jednak obsahují vysokou koncentraci GJ.

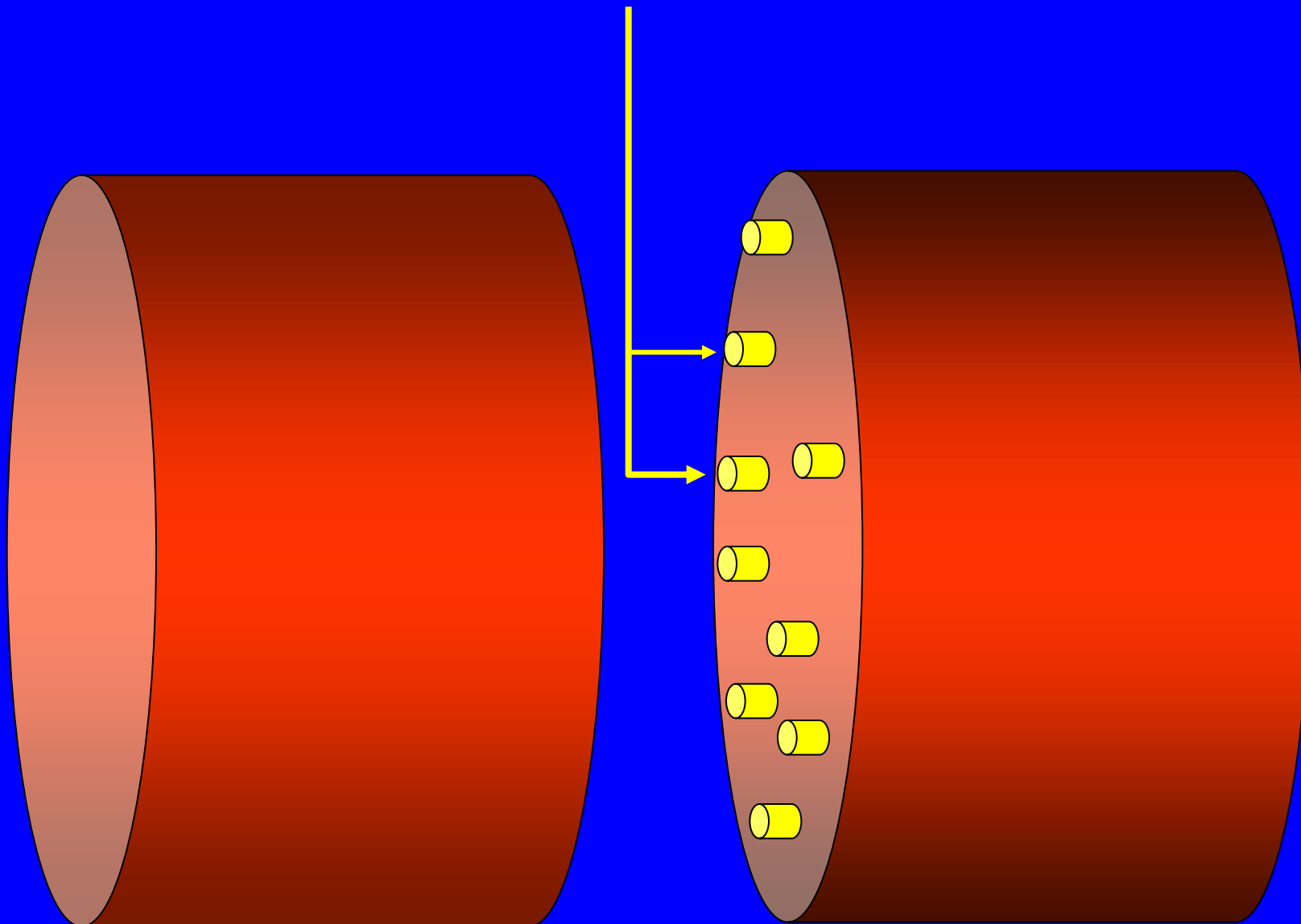
# Zjednodušené schéma vztahů vláken formujících srdeční sval

Větvící se vlákna myokardu



Interkalární disk

# NÍZKODPOROVÉ MŮSTKY = GAP JUNCTIONS



# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

## 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

## 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

## 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

## 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

## 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

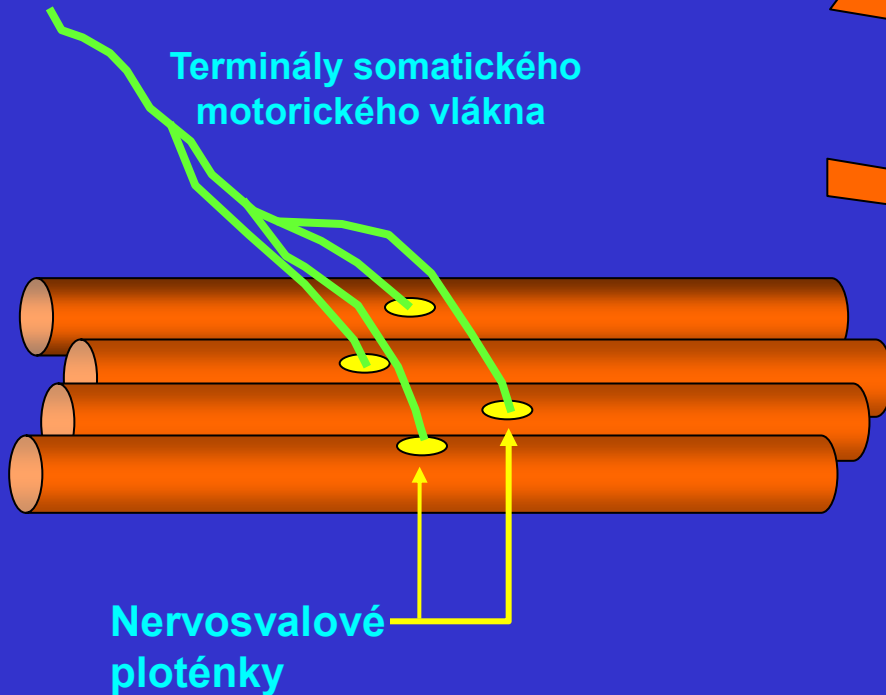
## 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

## 8. V METABOLISMU

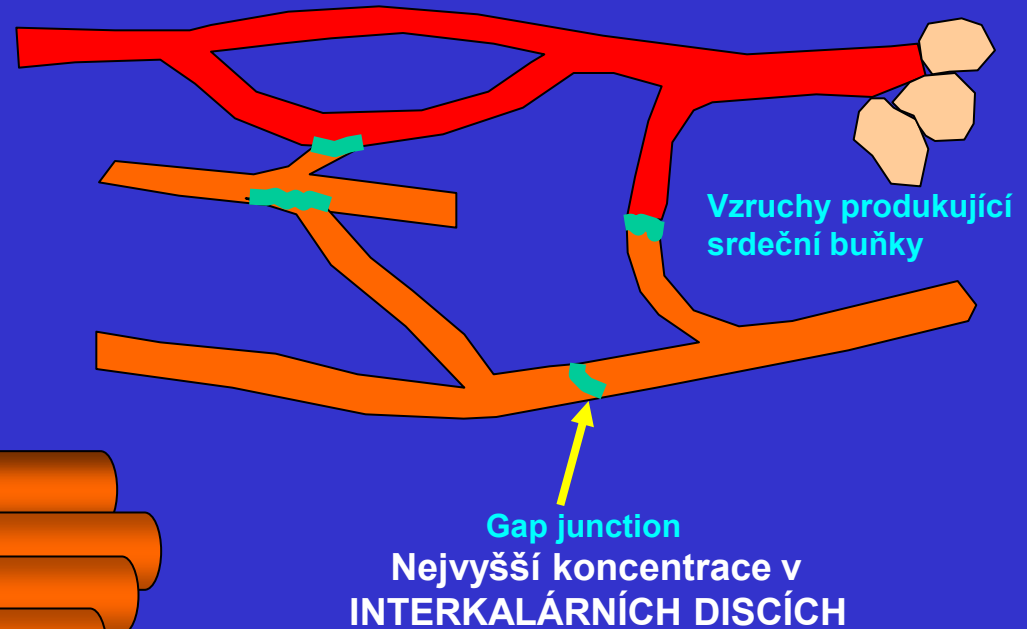
## 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

## 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY

# Diference v zahájení elektrické aktivity



## SVAZEK 4 VLÁKEN KOSTERNÍHO SVALU



V srdci vznikají vzruchy (akční napětí) ve specializovaných buňkách (pacemakerových) a šíří se na ostatní vlákna. Po vláknech vzruch putuje z jednoho na další vlákna. Tuto vlastnost umožňuje dobrý elektrický kontakt prakticky všech srdečních buněk. V idealizovaném případě to znamená, že můžeme myokard podráždit v určitém místě, a pokud vyvoláme AN, to se rozšíří na celý myokard (resp. srdce), který reaguje kontrakcí. Toto chování označujeme jako zákon: „vše nebo nic“

# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

## 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

## 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

## 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

## 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

## 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

## 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

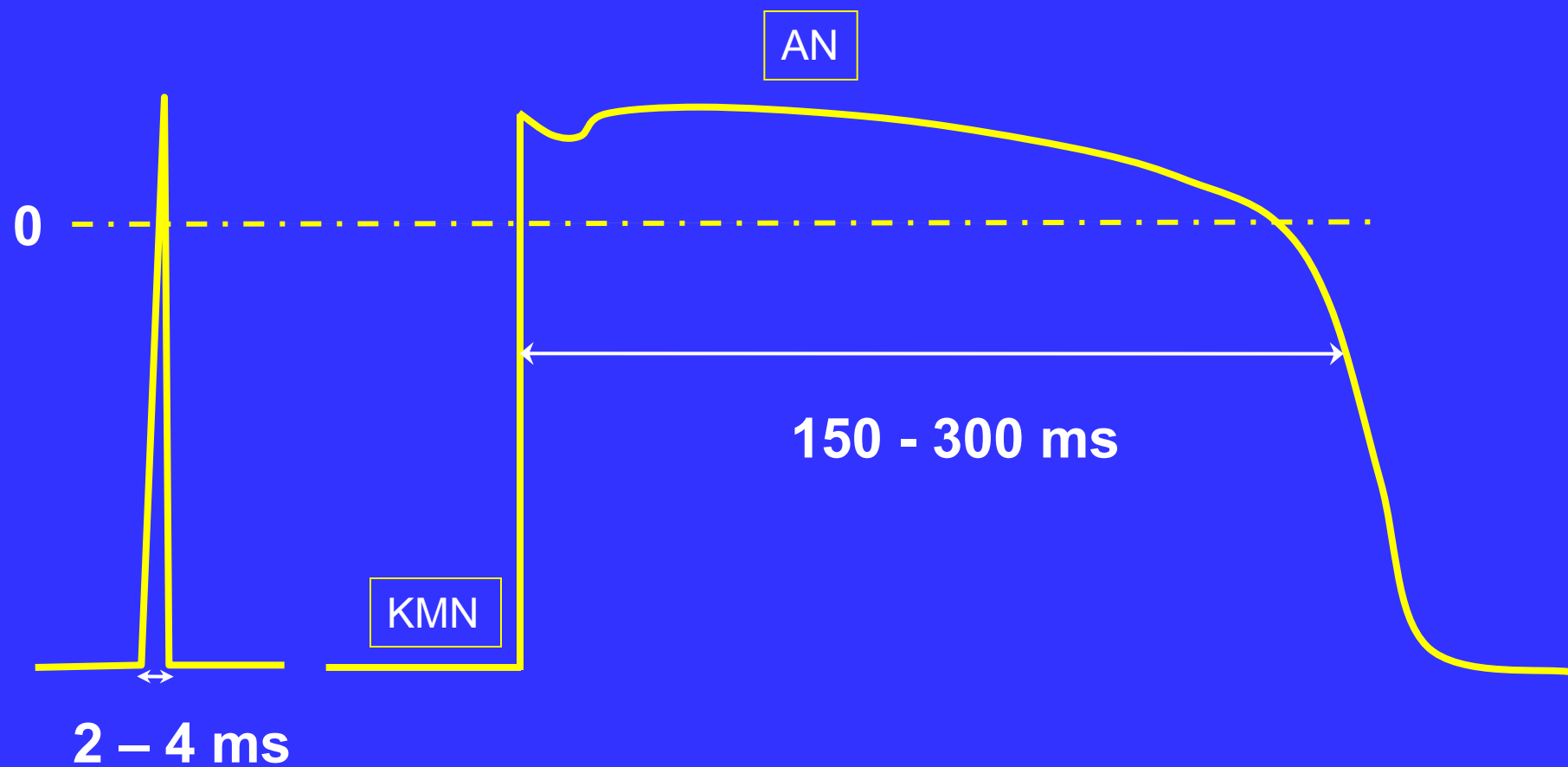
## 8. V METABOLISMU

## 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

## 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY

kosterní sval

komorový pracovní myokard



# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

### 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

### 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

### 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

### 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

### 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

### 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

### 8. V METABOLISMU

### 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

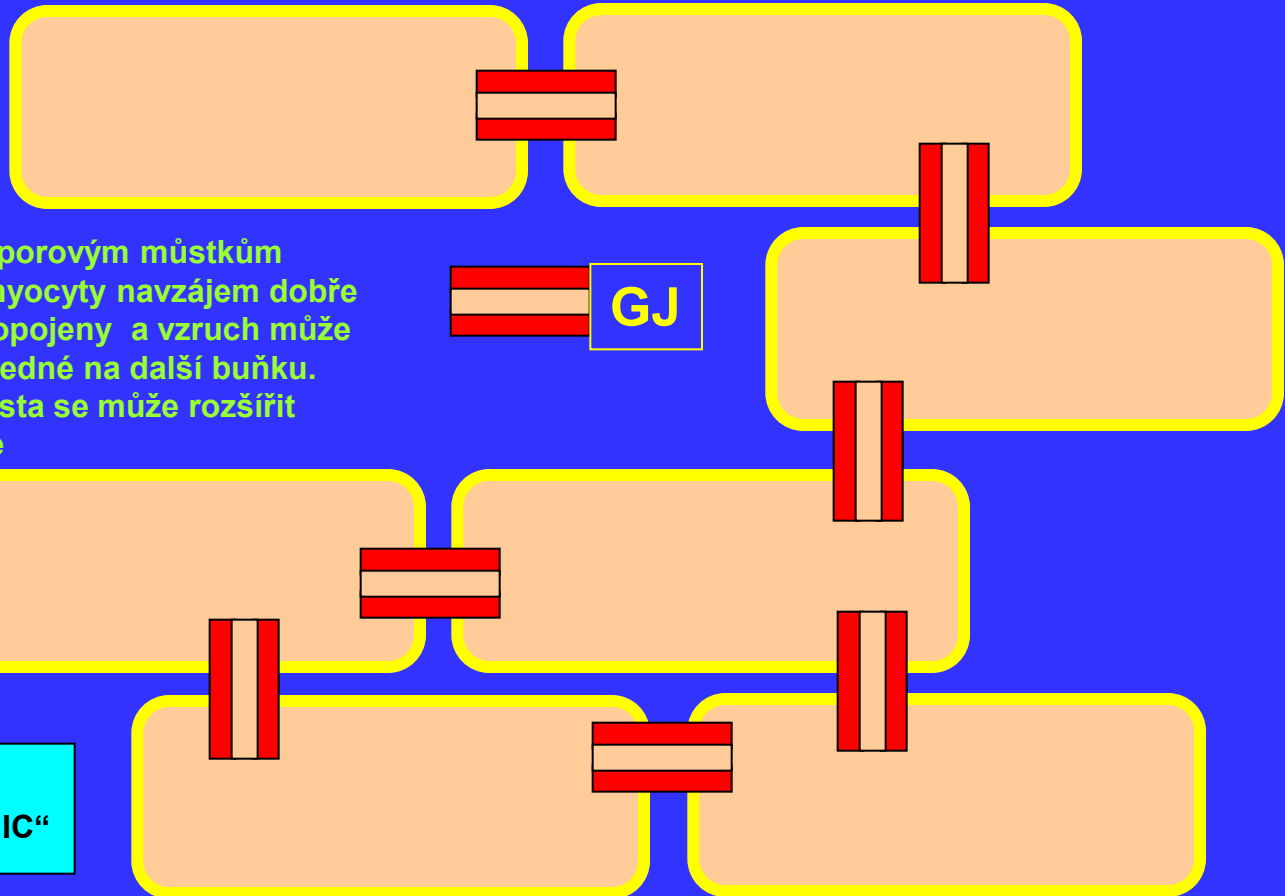
### 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY



Díky nízkoodporovým můstkům  
Jsou kardiomyocyty navzájem dobře  
Elektricky propojeny a vzruch může  
Přestoupit z jedné na další buňku.  
Z jednoho místa se může rozšířit  
Na celé srdce

GJ

**Zákon  
„VŠE nebo NIC“**



# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

### 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

### 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

### 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

### 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

### 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

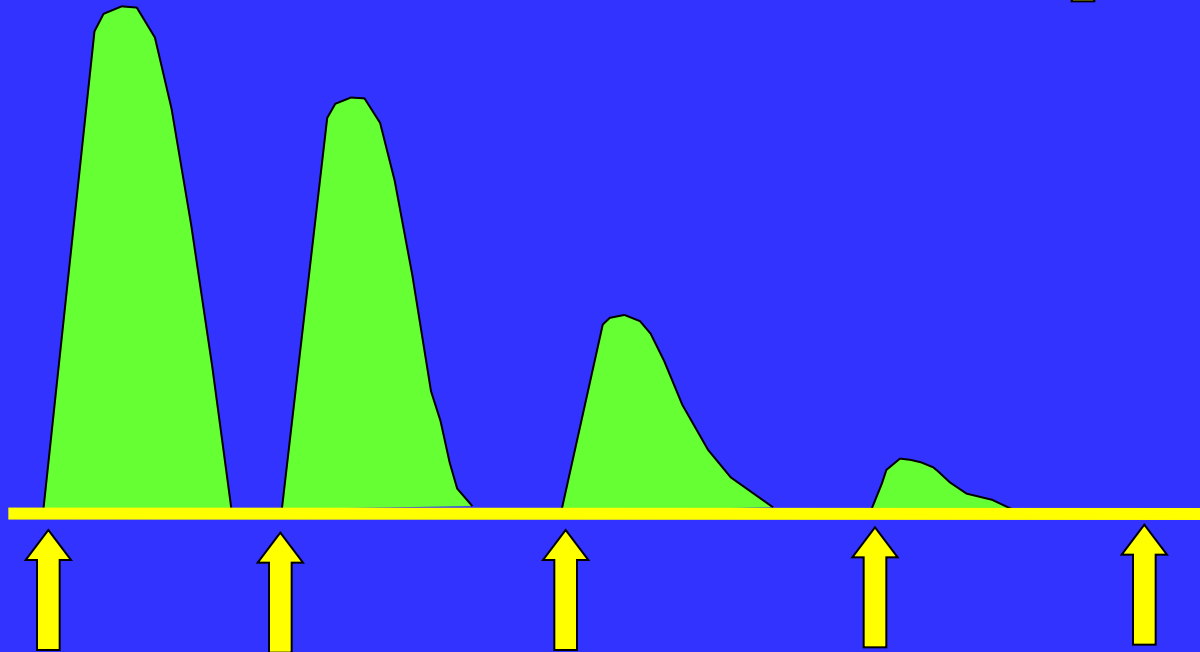
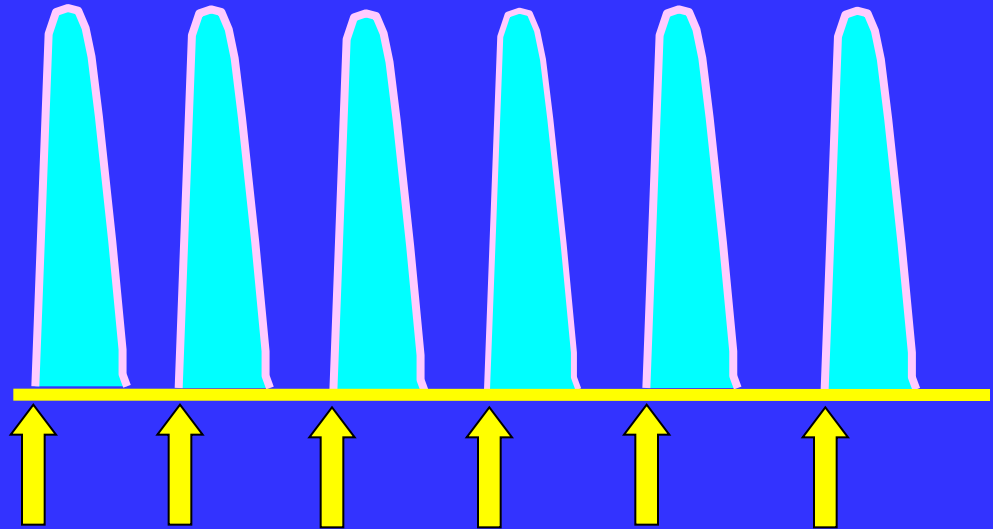
### 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

### 8. V METABOLISMU

### 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

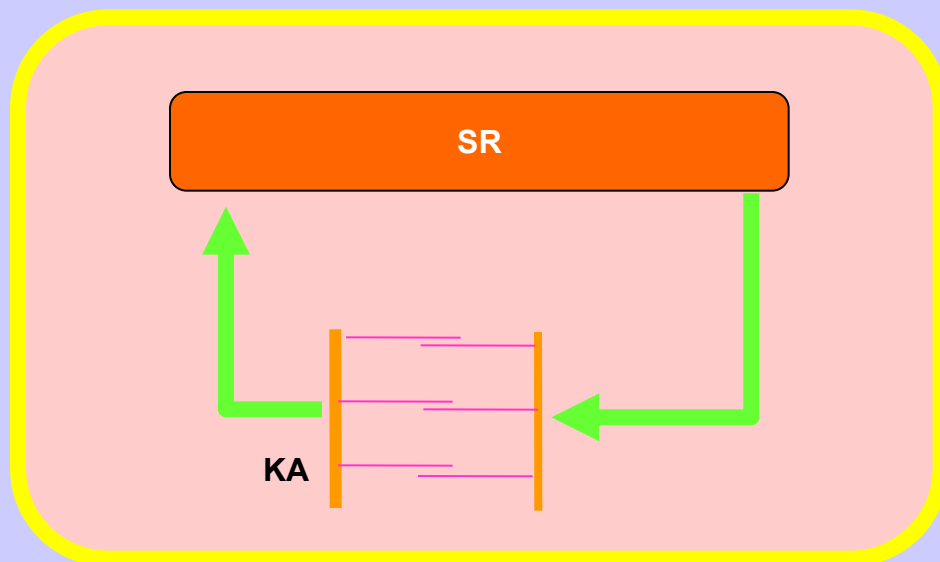
### 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY

**Kosterní sval  
stimulovaný v roztoku  
bez  $\text{Ca}^{2+}$ .  
Uzavřený koloběh  $\text{Ca}^{2+}$   
umožní, že svalová trhnutí  
jsou až desítky minut  
o stejné síle.**

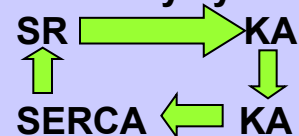


**Myokard v roztoku bez  
 $\text{Ca}^{2+}$ .  
Při pravidelné stimulaci  
síla kontrakcí expo-  
nenciálně klesá (důkaz  
směny vápníku mezi  
kardiomyocytem a ECT).**

# HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU



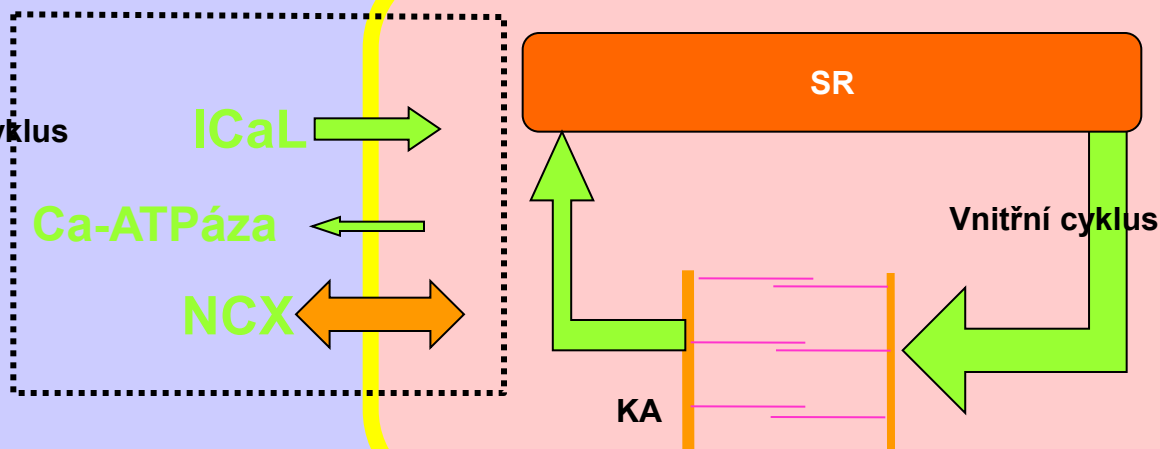
Kosterní sval  
Uzavřený cyklus:



Vnitřní cyklus = různě efektivní směna  
Vápníku mezi SR a kontraktlním  
Aparátem a z KA zpět do SR

## Srdeční sval

Zevní cyklus  
Zevní cyklus= výměna Ca  
mezi kardiomyocytem a  
extracelulární tekutinou



# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

### 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

### 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

### 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

### 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

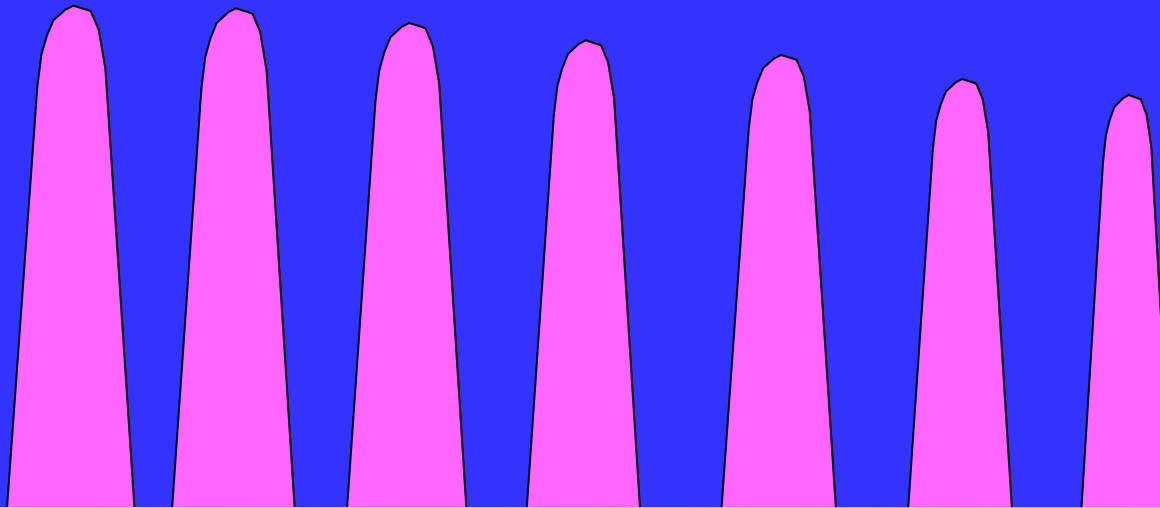
### 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

### 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

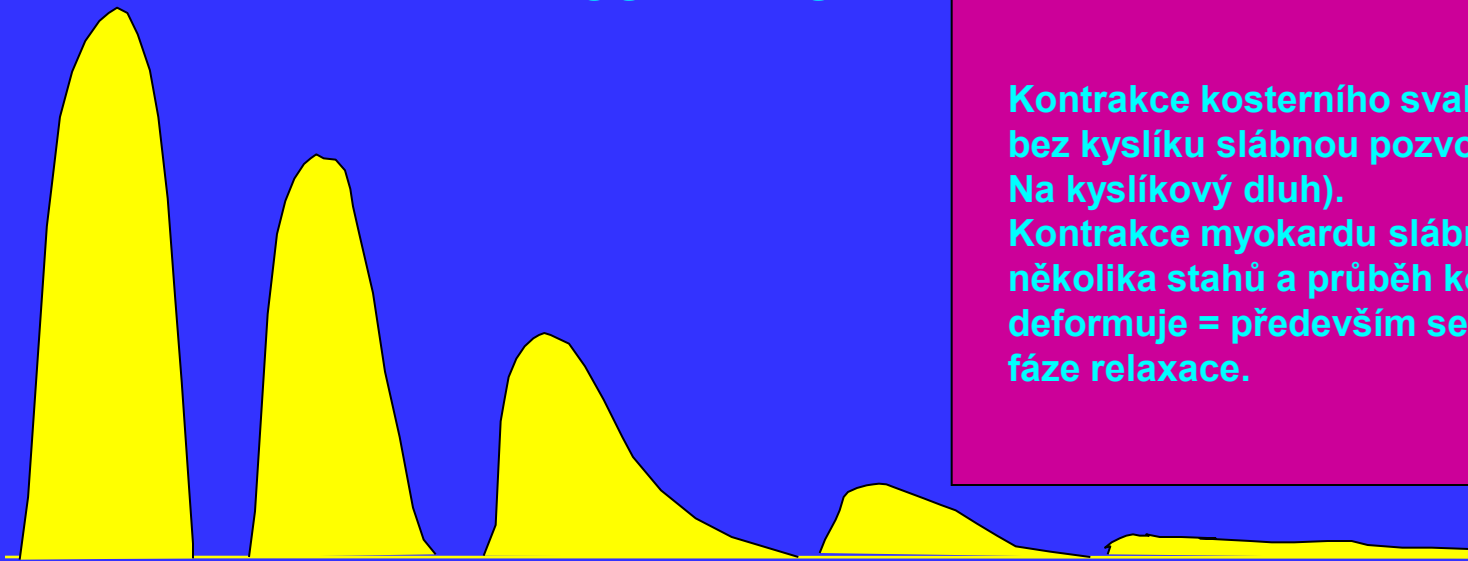
### 8. V METABOLISMU

### 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

### 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY



**KOSTERNÍ SVÁL**



**MYOKARD**

Kontrakce kosterního svalu v roztoku bez kyslíku slábnou pozvolna (práce Na kyslíkový dluh).  
Kontrakce myokardu slábnou během několika stahů a průběh kontrakce se deformuje = především se zpomaluje fáze relaxace.

# Rozdíly mezi myokardem a kosterním svalem

## 1. MORFOLOGICKÉ

### 2. V MECHANISMU SPUŠTĚNÍ ELEKTRICKÉ AKTIVITY

### 3. V ELEKTROFYZIOLOGICKÝCH PROJEVECH

### 4. V ELEKTRICKÝCH VZTAZÍCH SVALOVÝCH BUNĚK

### 5. V HOSPODAŘENÍ AKTIVÁTOREM STAHU ( $\text{Ca}^{2+}$ )

### 6. V BEZPROSTŘEDNÍ POTŘEBĚ KYSLÍKU K ČINNOSTI

### 7. V MECHANISMU VAZBY MEZI EXCITACÍ A KONTRAKCÍ

### 8. V METABOLISMU

### 9. V REGULACI A AUTOREGULACI

### 10. V CHARAKTERU MECHANICKÉ AKTIVITY

# Metabolismus myokardu

V klidu : 2/3 mastné kyseliny  
1/3 cukerné látky (glukosa, laktát)

Při fyzickém zatížení:  
převažují cukerné látky,  
zejména laktát,  
glukosa  
aminokyseliny

Při nadměrné produkci ketolátů (hladovění, diabetes)  
převážně acetoacetát

**KLÍČOVOU LÁTKOU SRDEČNÍHO METABOLISMU JE KYSLÍK.  
VEŠKERÉ REAKCE PROBÍHAJÍ AEROBNĚ.**



## Buňky myokardu:

1) kardiomyocyty

2) Vazivové buňky

3) Kardiocyty

4) Buňky srdečního endotelu  
(endokardu)

# Buňky srdečního svalu:

**Kardiomyocyty** : svalové buňky sarkomerického typu

a) pracovní kardiomyocyty = generují sílu srdečního stahu

b) specializované kardiomyocyty

b1) kardiomyocyty způsobilé produkovat  
vzruchy, tzv. pacemakerové buňky

b)2 kardiomyocyty sloužící k rozvodu vzruškové  
aktivity.

Ve skupině b) je řada přechodů mezi jednotlivými typy  
Za normálních okolností jsou právě pacemakerové buňky  
v oblasti sino-atriálního uzlu

# Vazivové buňky

**a) Fibrocyty (skelet srdeční, a chlopenní aparát)**

**b) Fibroblasty (oblasti nodální tkáně)**

**c) Cévní stěna**

# KARDIOCYTY

## KARDIOCYTY

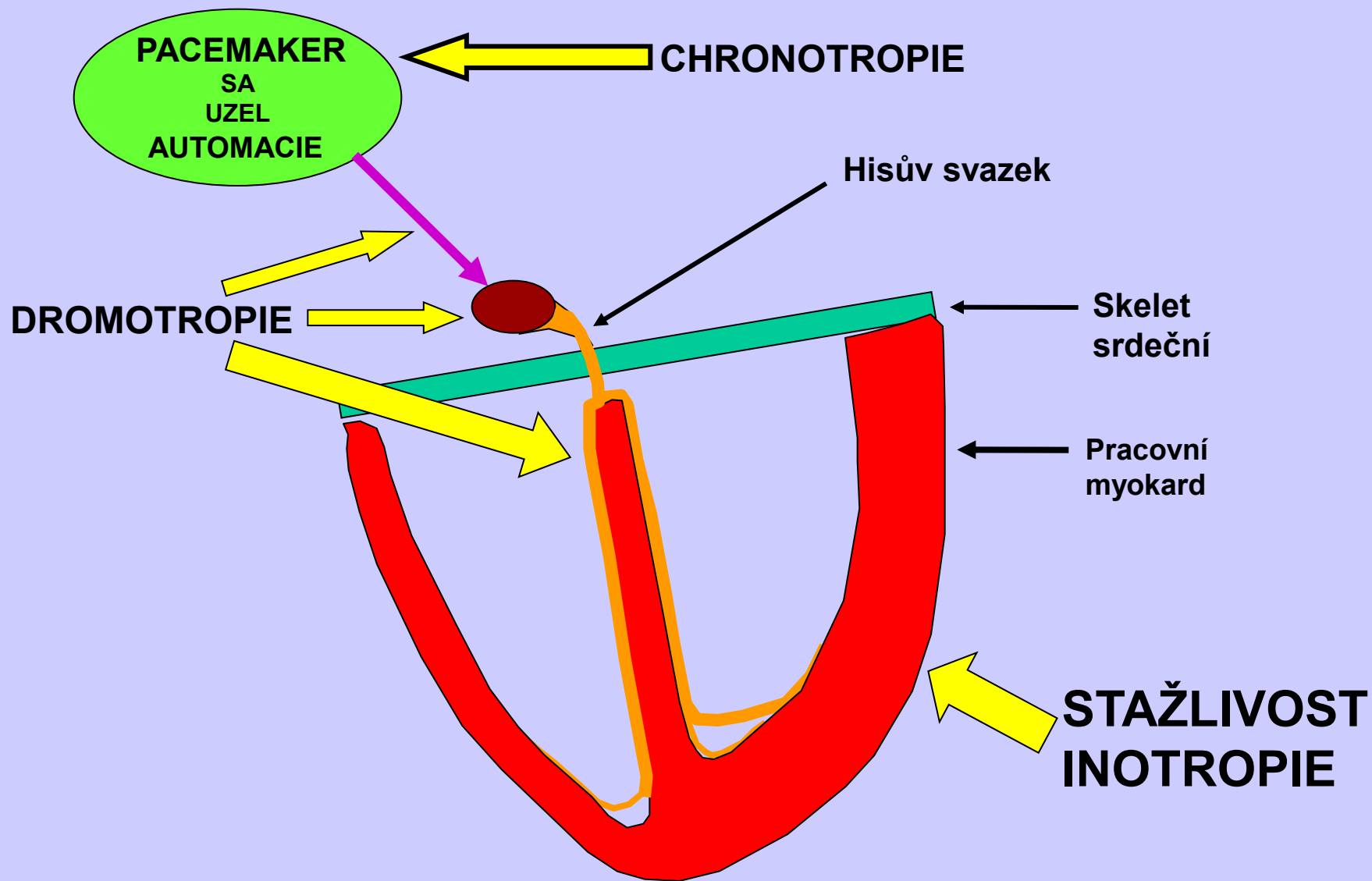
**Převážně v síních  
Endokrinně aktivní  
(produkují m.j. atriopeptiny)**

# Automacie a autonomie

Automacie je schopnost samovolně produkovat vzruchy. Fyziologickým zdrojem vzruchů je sino-atriální uzel. Skutečnost, že zdroj vzruchů je v srdci samém podmiňuje srdeční autonomii.

**SRDEČNÍ AUTONOMIE** v podstatě znamená, že srdce je svou základní funkcí – střídáním systoly a diastoly – nezávislé na organismu. Nejde o nezávislost absolutní, ale organismus si prostřednictvím regulačních vstupů definuje srdeční výkonnost. Nicméně díky přítomnosti zdroje vzruchů v srdci je srdce výrazně autonomním orgánem

# ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SRDCE



# REGULACE ČINNOSTI SRDCE

REGULACE NERVOVÁ  
AUTONOMNÍ A DALŠÍ



autoregulace

SRDCE PRODUKUJE  
RŮZNÉ INFORMAČNÍ  
MOLEKULY, KTERÉ  
SE PODÍLÍ NA ŘÍZENÍ  
SOMATICKÝCH FUNKCÍ  
(LEDVINY, TĚLESNÉ  
TEKUTINY, ATD.

REGULACE CESTOU  
INFORMAČNÍCH  
MOLEKUL