

# Akční potenciál v srdci

## Kardiomyocyty

### Stručná charakteristika

Kardiomyocyty tvoří typ příčně pruhované svaloviny. Srdeční buňky jsou sdruženy do funkčních syncytií, jsou navzájem spojeny interkalárními disky. Každá buňka má tvar písmene Y.

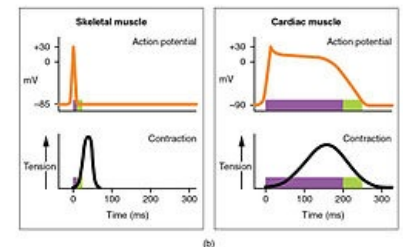
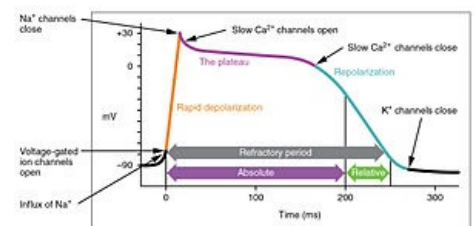
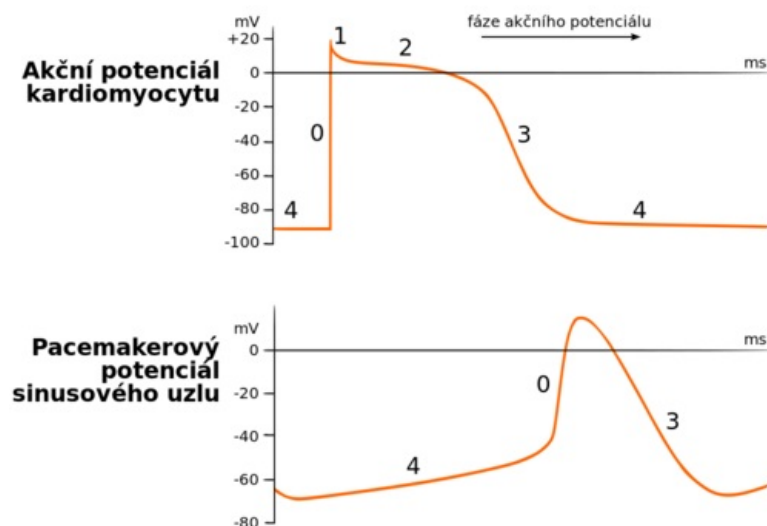
### Elektrické vlastnosti

**Klidový membránový potenciál** je kolem  $-70$  až  $-90$  mV, tedy uvnitř negativní oproti okolí. Dráždění vyvolává akční potenciál, který se liší od akčního potenciálu svalů. **Depolarizace** se rozvíjí rychle, stejně jako u kosterních svalů, ale před návratem potenciálu na původní úroveň následuje **plató fáze**.

### Funkce iontů

Extracelulární koncentrace iontů  $K^+$  ovlivňuje klidový membránový potenciál, zatímco extracelulární koncentrace iontů  $Na^+$  ovlivňuje velikost akčního potenciálu.

### Průběh akčního potenciálu

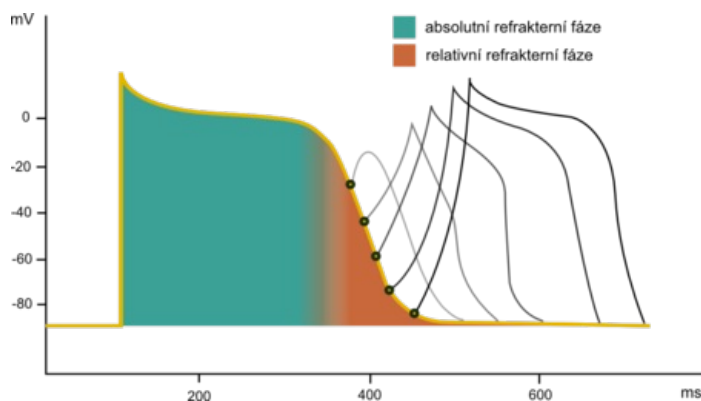


Akční potenciál srdeční svaloviny v porovnání se svalovinou kosterní

### Fáze akčního potenciálu

- depolarizace;
- plató;
- repolarizace.

Rychlá **depolarizace** je způsobena otevřením napětím ovládaných kanálů pro  $Na^+$  (na obr. fáze 0). Poté nastane **rychlá repolarizace** způsobená uzavřením těchto kanálů (na obr. fáze 1). Následující **plató fáze** je způsobena pomalejším otevřením kanálů pro  $Ca^{2+}$ , které jsou také kontrolovány napětím (na obr. fáze 2). Konečná **repolarizace na klidový potenciál** je tedy možná až po uzavření těchto kanálů a také vytékání  $K^+$  iontů různými druhy kanálů (na obr. fáze 3 a 4). Poměrně dlouhou absolutní refrakterní fází, kdy není možné ani nadprahovým stimulem vyvolat akční potenciál, je myokard chráněn před příliš vysokou frekvencí kontrakcí a také před změnou směru šíření akčního potenciálu zpět. V relativní refrakterní fázi je možné podráždění vyvolat jen nadprahovým podnětem (viz obr.).



## Kanály

Kardiomyocyty obsahují v membráně 3 typy ionových kanálů důležité pro vznik akčního potenciálu:

1. rychlé  $\text{Na}^+$  kanály;
2. rychlé  $\text{K}^+$  kanály;
3. pomalé  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  kanály.

### Draselné kanály

*První* odpovídá za časný výtokový proud. *Druhý* umožňuje vstup  $\text{K}^+$  během plató fáze. Zároveň brání jeho výstupu, ten dovolí jen při nižších membránových potenciálech. *Třetí* typ se pomalu aktivuje. Proud časem narůstá a vyvolává depolarizaci.

**Sodný** je napětím ovládaný a má dvoje vrátka. *Zevní* se otevírají při membránovém potenciálu  $-70$  až  $-80$  mV. Ty *vnitřní* se pak uzavírají, inaktivují tím  $\text{Na}^+$  kanál. Pomalý  **$\text{Ca}^{2+}$  kanál** se pak aktivuje při membránovém napětí okolo  $-30$  až  $-40$  mV.

## Rychlost šíření akčního potenciálu

Rychlost vedení vzruchu je v myokardu **0,3-0,5 m/s** (1/250 rychlosti vzruchu ve velkých nervech a 1/10 rychlosti v kosterním svalstvu). Rychlost šíření v buňkách převodního systému srdce (Purkyňových vlákních) je vyšší, **až 4 m/s**.

## Pacemakerové potenciály

### Stručná charakteristika

Pacemakerem nazýváme **nodus sinuatrialis** a **nodus atrioventricularis**, protože jsou schopné vytvořit akční potenciál a udávají tím rytmus srdci.

### Akční potenciál

Jeich klidové napětí po každém skončeném akčním napětí klesá k **prahové hodnotě** (na obr. začátek fáze 4), na níž tento **prepotenciál** (na obr. fáze 4) spouští další vzruch. V této fázi ochabuje proud  $\text{K}^+$ , který vyvolal repolarizaci otevřením svých kanálů na konci akčního potenciálu. Zároveň se otevírají kanály  $\text{Ca}^{2+}$ . V srdci mají 2 podtypy a to **T kanál** (transient) a **L kanál** (long lasting). Proud procházející T kanály ukončuje diastolickou depolarizaci a proud tekoucí L kanály vyvolává nové akční napětí.

## Akční potenciál v buňkách převodního systému

Vznik akčního potenciálu v buňkách převodního systému má jiný charakter než v pracovním myokardu. Je to způsobené inaktivací rychlých  $\text{Na}^+$  kanálů. Při membránovém potenciálu, který je vyšší jak  $-55$  mV se vnitřní branka sodíkových kanálů zavírá, a tím se inaktivují. Vzhledem k tomu, že klidový potenciál v buňkách převodního systému je  $-55$  mV, sodné kanály zůstávají inaktivované a nespustí akční potenciál. Když hladina potenciálu dosáhne  $-40$  mV, otevrou se jen pomalé  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$  kanály, které způsobí akční potenciál. Po několika *ms* se uzavřou a otevrou se draselné kanály, které obnoví klidový potenciál. V pracovním myokardu je nástup akčního potenciálu rychlý a prudký, zatímco v převodním systému je díky inaktivaci rychlých  $\text{Na}^+$  kanálů nástup akčního potenciálu pomalejší a velikost depolarizace je nižší.

## Odkazy

### Související články

- Převodní systém srdeční
- Pacemakerový potenciál
- Akční potenciál (fyziologie)
- Srdce
- Klidový membránový potenciál
- Elektrokardiografie
- Iontové kanály
- Kardiomyocyt

## Externí odkazy

- Akční potenciál v srdci (TECHMED) (<https://www.techmed.sk/akcny-potencial/>)

## Použitá literatura

- GUYTON, Arthur C a John E. (John Edward) HALL. *Textbook of medical physiology*. 11. vydání. Philadelphia : Elsevier Saunders, c2006. ISBN 0-7216-0240-1.
- GANONG, William F. *Ganong's review of medical physiology*. 23. vydání. Boston, Mass : McGraw-Hill Medical, 2010. ISBN 978-007-127066-3.
- GANONG, William F, et al. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. celkem, 1. v Galénu vydání. Praha : Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.