

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.

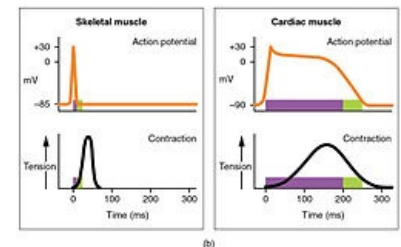
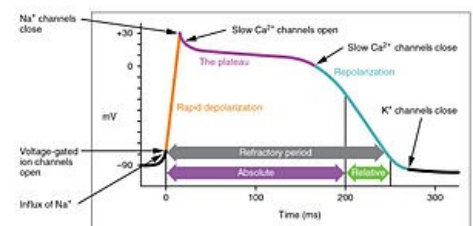
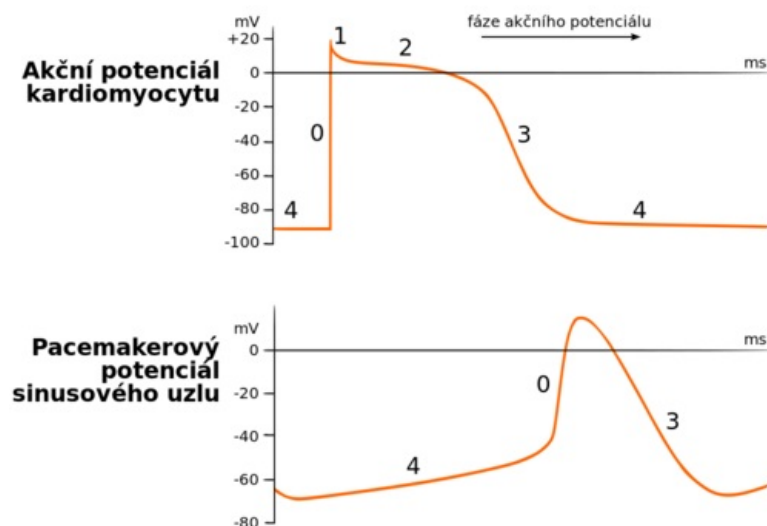
Elektrické vlastnosti

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

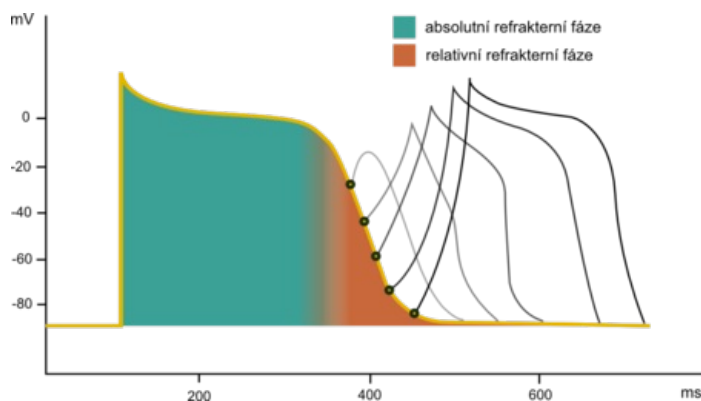


Akční potenciál srdeční svaloviny v porovnání se svalovinou kosterní

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

Draselné kanály

První odpovídá za časný výtokový proud. *Druhý* umožňuje vstup 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 vrátky. *Zevní* se otevírají při membránovém potenciálu -70 až -80 mV. Ty *vnitřní* se pak uzavírají, inaktivují tím Na^+ kanál. Pomalý **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

Jejich 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 K^+ , který vyvolal repolarizaci otevřením svých kanálů na konci akčního potenciálu. Zároveň se otevírají kanály 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 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, otevřou se jen pomalé $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ kanály, které způsobí akční potenciál. Po několika *ms* se uzavřou a otevřou 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 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.