

# Akční potenciál nervového vlákna, hladkého, srdečního a kosterního svalu - srovnání

Základní charakteristiky akčních potenciálů jednotlivých vodivých tkání závisí na typu iontových kanálů, které jsou v jejich membránách exprimovány.

Primárně je třeba rozdělit buňky dle charakteru polarity (tj. zda buňka mění či nemění v klidu rozdíl napětí mezi vnější a vnitřní stranou membrány):

- Buňky **zcela polarizované** - nervové, kosterní svaloviny a buňky pracovního myokardu
- Buňky **neúplně polarizované** - pacemakerové buňky (převodní systém srdeční), buňky hladké svaloviny a zvláštní typ (podmíněné pacemakery) buněk v dýchacím centru.

Hlavní popisované rozdíly:

- a) tvar záznamové křivky
- b) rychlost šíření akčního potenciálu
- c) refrakternita a jevy z ní vyplývající (sumace, superpozice, tetanus)

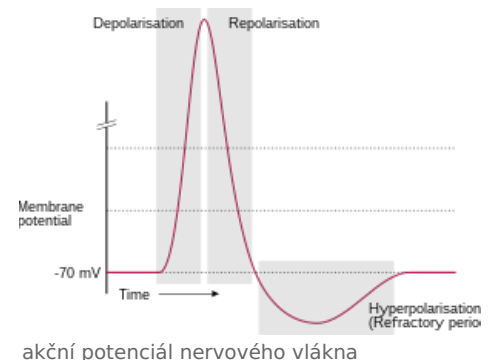
## Nervové vlákno

Buňky jsou vybaveny napěťovým iontovými kanály, u nichž je relativně krátká doba otevírání a uzavírání. Tzv. "stále otevřené iontové kanály" se otevírají a uzavírají s přibližně stejnou frekvencí, takže se v klidu polarita buňky nemění (zcela polarizované). Dosah lokálního proudu je u myelinizovaného vlákna vzhledem k ostatním srovnávaným buňkám značný, a proto je rychlost šíření relativně velká.

a) **Tvar záznamové křivky:** rychlost otevírání a zavírání kanálu vede k tomu, že trvání akčního potenciálu je poměrně, k ostatním srovnávaným buňkám, krátké. Tvar akčního potenciálu bývá někdy charakterizován jako "spike".

b) **Rychlost šíření AP:** závisí na typu nervového vlákna. Ve srovnání s ostatními dráždivými buňkami stojí myelinizovaná nervová vlákna nejvýše, jsou následované buňkami kosterního svalu a nejpomaleji vedou srdeční buňky a nemyelinizované vlákna. Rozdíly existují i v tloušťce jednotlivých axonů, což má za následek odlišnou rychlost vedení mezi jednotlivými buňkami, nejenom mezi vlákny.

c) **Refrakternita:** trvání absolutně refrakterní fáze je poměrně krátké, a proto je možná existence prostorových a časových sumací akčních potenciálů, což můžeme zároveň chápat jako projev plasticity nervového systému.



## Hladká svalovina

Buňky hladké svaloviny se vyskytují ve dvou základních typech, které mají i odlišný tvar křivky AP, a to jako **tónický** typ a **fázický** typ. Oba dva patří mezi neúplně polarizované typy, lze však mezi nimi nalézt "v klidu" rozdíl.

U tónického typu jsou oscilace maximální negativity minimální, nelze tedy hovořit o KMP, takže se velmi podobají buňkám plně polarizovaným.

U fázického typu jsou oscilace maximální negativity tak výrazné, že se hovoří o **bazálním elektrickém rytmu**. V pravém slova smyslu jsou to pacemakery.

a) **Tvar záznamové křivky:** U **tónického** typu jde nejčastěji o samostatné potenciály s plateau (tj. s relativně dlouhou dobou stabilní depolarizace, nejčastěji působené  $\text{Ca}^{2+}$  iontovými kanály). U **fázického** typu na bazální elektrický rytmus nasedají hroty.

b) **Rychlost šíření AP:** malá

c) **Refrakternita:** Trvání absolutní refrakterní fáze je krátké, je zde dlouhá latence svalového ztahu, takže výsledkem je dlouhá intenzivní kontrakce pokud hovoříme o fázickém typu. U tónického typu je vzhledem k plateau absolutní refrakterní fáze delší, i zde je značně dlouhá latence svalové kontrakce.

## Kosterní svalovina

Buňky jsou vybavené rychlými iontovými kanály, a proto jsou plně polarizovatelné. Lokální dosah je opravdu značný, a tak i rychlost šíření je relativně velká.

a) **Tvar záznamové křivky:** Podobá se křivce nervových vláken

b) **Rychlost šíření AP:** Na rozhraní rychlostí pro nervová vlákna Agama a Adelta.

c) **Refrakterita:** Svalový stah trvá delší dobu než absolutní refrakterní fáze, výsledkem je možnost vzniku sumace či superpozice svalového stahu. (Přijde-li nový vzruch v době, kdy je svalový stah na vzestupu, dochází k sumaci, přijde-li v době sestupu, dochází k superpozici.) Následuje-li další vzruch ve stejné chvíli jako poprvé, dochází v prvním případě k **hladkému tetanu**, v druhém k **vlnitému tetanu**.

## Srdeční svalovina

Nepředstavuje homogenní populaci buněk. Lze je rozdělit na 1) buňky převodního systému srdečního – **neúplně polarizované** a 2) buňky pracovního myokardu – **plně polarizované**.

V každém oddílu převodního systému může vzniknout spontánní aktivita, mechanismus vzniku se v jednotlivých oddílech liší, liší se i rychlost vedení vzruchu v jednotlivých oddílech. Což je dáno zastoupením jednotlivých typů iontových kanálů v příslušném oddílu.

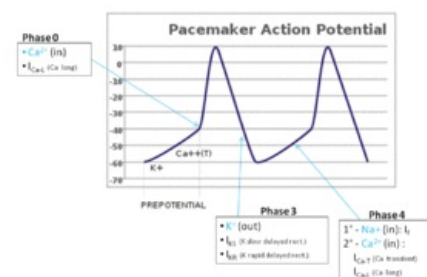
a) **Tvar záznamové křivky:** liší se podle typu buněk, což je závislé na typu iontových kanálů. Obecně lze říci, že pro buňky pracovního myokardu je charakteristické plateau, zatímco pro buňky převodního systému jde o tvar, který má pro jednotlivé buňky charakteristický vrchol.

b) **Rychlost šíření AP:** liší se dle typu buněk.

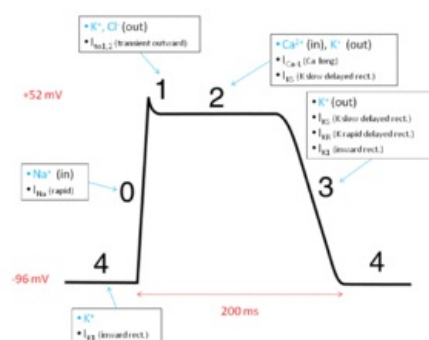
c) **Refrakterita:** pro buňky neúplně polarizované platí, že absolutně refrakterní fáze je vzhledem k nervovým či kosterním buňkám dlouhá, je však výrazně kratší než u buněk pracovního myokardu, dále že trvání AP je výrazně delší než trvání hrotu, a to vzhledem k dlouhé době pomalé diastolické depolarizace a že je možné nasednutí dalšího vzruchu v relativní refrakterní fázi. Pro buňky pracovního myokardu platí, že doba trvání a AP je delší než doba svalového stahu, takže není možná sumace či superpozice svalového stahu (je vyloučen tetanický stah).

## Odkaz

MYSLIVEČEK, Jaromír a Vladimír RILJAK. *Fyziologie: repetitorium*. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton, 2020. ISBN 978-80-7553-818-5.



pacemakerový akční potenciál



akční potenciál buněk pracovního myokardu