

# Světlocitlivé buňky a jejich funkce

## Světlocitlivé buňky sítnice a jejich funkce

Světlocitlivé buňky sítnice jsou buňky vytvářející nervovou stimulaci na základě absorpce fotonu přicházejícího na sítnici. Tyto buňky jsou dvojího typu: tyčinky a čípky. **Čípky** jsou citlivé na světlo různé barvy, čili různé vlnové délky, různé intenzity a různé sytosti barev. Jsou prvními neurony sítnice. Zajišťují **fotopické** vidění, jsou zodpovědné za zrakovou ostrost. Nacházejí se v nejhojnějším počtu v centrální jamce (*fovea centralis*), což je malá jamka ve žluté skvrně. Směrem k periférii sítnice jejich hustota postupně klesá. Celkově nacházíme na sítnici **6 milionů čípků**. Rozlišujeme 3 typy čípků, které je možné rozlišit pouze podle pigmentu v cytoplasmě, nikoliv podle tvaru buňky.

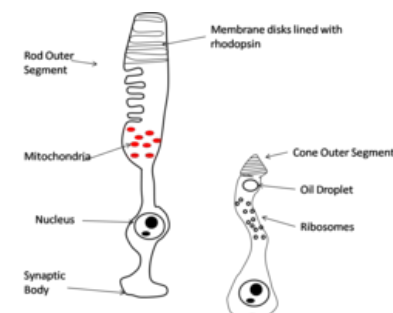
Čípek	Typ	Citlivost	Největší diferenciální citlivost
S - krátké (z anglického <i>short</i> )	$\beta$	400-500 nm	420-440 nm
M - středně dlouhé (z anglického <i>medium</i> )	$\gamma$	450-630 nm	534-555 nm
L - dlouhé (z anglického <i>long</i> )	$\rho$	500-700 nm	564-580 nm

**Tyčinky** jsou světlocitlivé buňky reagující na nižší intenzitu osvětlení než čípky, ale nejsou schopny rozeznávat barvy. Zajišťují **skotopické** vidění.

## Stavba čípků a tyčinek

Čípky v porovnání s tyčinkami jsou většinou tlustší, ovšem v centrální jamce jsou stejně dlouhé a široké jako tyčinky. Na světlocitlivé buňce rozlišujeme **zevní část** - je to fotosenzitivní část buňky, **oblast jádra** a **oblast synapsí**. Zevní část je rozdělená na vnitřní výběžek, zevní výběžek a přechodní zónu.

Světlocitlivý pigment *rhodopsin* (u tyčinek), *iodopsin* u čípků je situovaný ve diskovitých membránových strukturách vnějšího výběžku. U čípků mají tyto struktury lahvovitý tvar, u tyčinek jsou delší. Vnitřní výběžek slouží jako energetická zásobárna pro proces vidění, proto tam najdeme četné mitochondrie, nacházejí se tam i ribosomy produkující proteiny pro proces vidění.



Struktura tyčinek a čípků

## Funkce

Funkci světlocitlivých buněk lze shrnout na proměnu světelné energie dopadajícího světla na energii pohybu atomů a vyvolat uvolnění neurotransmiteru do synaptického prostoru mezi světlocitlivou buňkou a bipolárním neuronem, se kterým jsou tyto buňky spojeny pomocí synapse. V nestimulované světlocitlivé buňce je udržovaný transmembránový potenciál na buněčné membráně pomocí iontových kanálů. Kanály transportující ionty  $\text{Na}^+$  dovnitř buňky a kanály transportující ionty  $\text{K}^+$  mimo buňku. Otevření kanálů pro  $\text{Na}^+$  je podmíněno **cGMP** (cyklický guanosínmonofosfát). Kanály pro  $\text{K}^+$  jsou otevřeny permanentně a udržují negativní transmembránový potenciál ( $-40 \text{ mV}$ ) na buněčné membráně. Světlocitlivý pigment tyčinek rhodopsin je složený z proteinové části - **opsinu** a z neproteinové části - **11-cis-retinalu**. U čípků se nachází podobný světlocitlivý pigment **iodopsin**. Jednotlivé druhy čípků mají trochu odlišnou opsinovou část pigmentu, proto jsou citlivé pro světlo rozličné vlnové délky.

## Stimulace buňky po čas osvětlení

1. Při stimulaci světlocitlivé buňky fotonem světlocitlivý 11-cis-retinal podstoupí isomerizaci na trans formu.

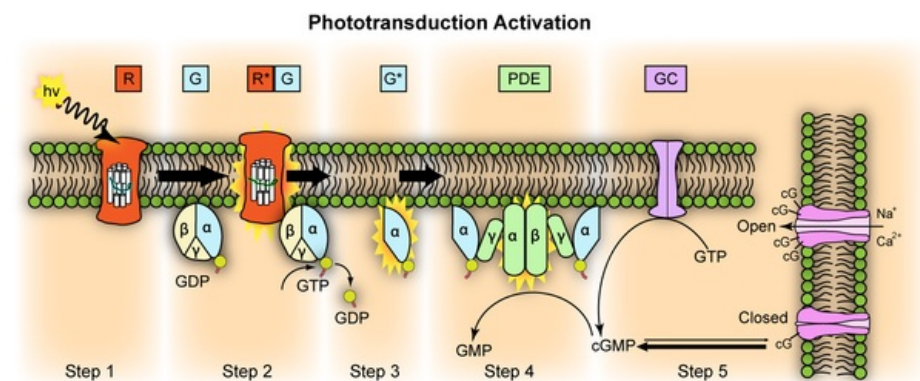
2. Trans forma retinalu je delší molekula, proto nesedí na fixačním místě na opsinu a rhodopsin se konformačně změní na **metarhodopsin II**. Metarhodopsin je však nestabilní, proto se z opsinu uvolní retinal.

3. Opsin aktivuje regulační protein **transducin**. Transducin je složený ze tří podjednotek alfa, beta, gama a v cytoplasmě váže molekulu GDP na alfa podjednotku.

4. Aktivace transducinu způsobí navázání GTP místo GDP.

5. Transducin se rozpadne na své podjednotky.

6. Komplex alfa podjednotky a GTP aktivuje enzym **fosfodiesterázu**, který mění cGMP na 5'GMP.



Stimulace světlocitlivé buňky

7. Pokles koncentrace cGMP způsobí uzavření kanálů pro  $\text{Na}^+$  což vyvolá hyperpolarizaci buňky (membránový potenciál se změní z  $-40 \text{ mV}$  na  $-70 \text{ mV}$ ).
8. Hyperpolarizace způsobí uzavření napěťových kanálů pro vstup iontů  $\text{Ca}^{2+}$ .
9. Pokles koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  ve cytoplasmě zastaví uvolňování neurotransmiteru do synaptického prostoru v oblasti synapsí.

## Obnovení rhodopsinu

1. Protein **GAP** (GTPase activating protein) interaguje s alfa podjednotkou transducinu a způsobí hydrolýzu navázané molekuly GTP na GDP. Tohle má za následek snížení aktivity fosfodiesterázy, proto se transformace cGMP na 5'GMP zpomalí.
2. S poklesem koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  se aktivuje enzym **guanylát cykláza**, která stimuluje transformaci GTP na cGMP. Při vyšší koncentraci cGMP se znovu otevřou kanály pro  $\text{Na}^+$  a transmembránový potenciál se vrátí na normální hodnotu ( $-40 \text{ mV}$ ).
3. Enzym **rhodopsin kináza** a protein **arrestin** deaktivují metarhodopsin II.
4. Trans forma retinalu se transportuje do pigmentových buněk, kde se redukuje na retinol. Retinol je transportován zpět do tyčinek, kde se změní na 11-cis-retinal schopen se vázat na opsin.
5. Opsin a 11-cis-retinal se navážou na sebe a vznikne rhodopsin.

Výše je popsán způsob funkce tyčinek. U čípků se tento způsob liší v následovném:

- čípky obsahují namísto rhodopsinu jiný pigment – iodopsin;
- neurotransmiter pro komunikaci s bipolární buňkou je u tyčinek glutamát, zatím co u čípků je to acetylcholin.

## Odkazy

### Související články

### Externí odkazy

### Zdroj

### Reference

### Použitá literatura

### Doporučená literatura