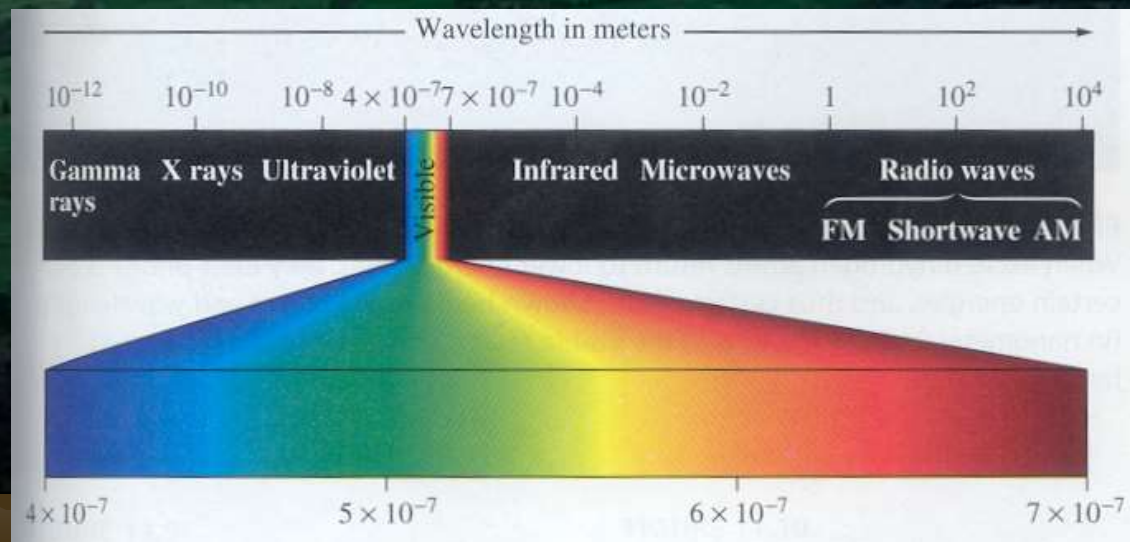


Fotorecepce



Využití vlastností světla a jeho absorpce při průchodu a odrazu.
Zrakem až 90% informací.
Tvar, barva, umístění v prostoru, rychlost a směr pohybu.



Proteiny mohou absorbovat viditelné spektrum teprve ve spojení s chromoforem – část molekuly odpovědná za absorpci záření (také zvaná kofaktor nebo prostetická skupina – nebiřkovinná sl.)

-Stereoizometrie Retinalu

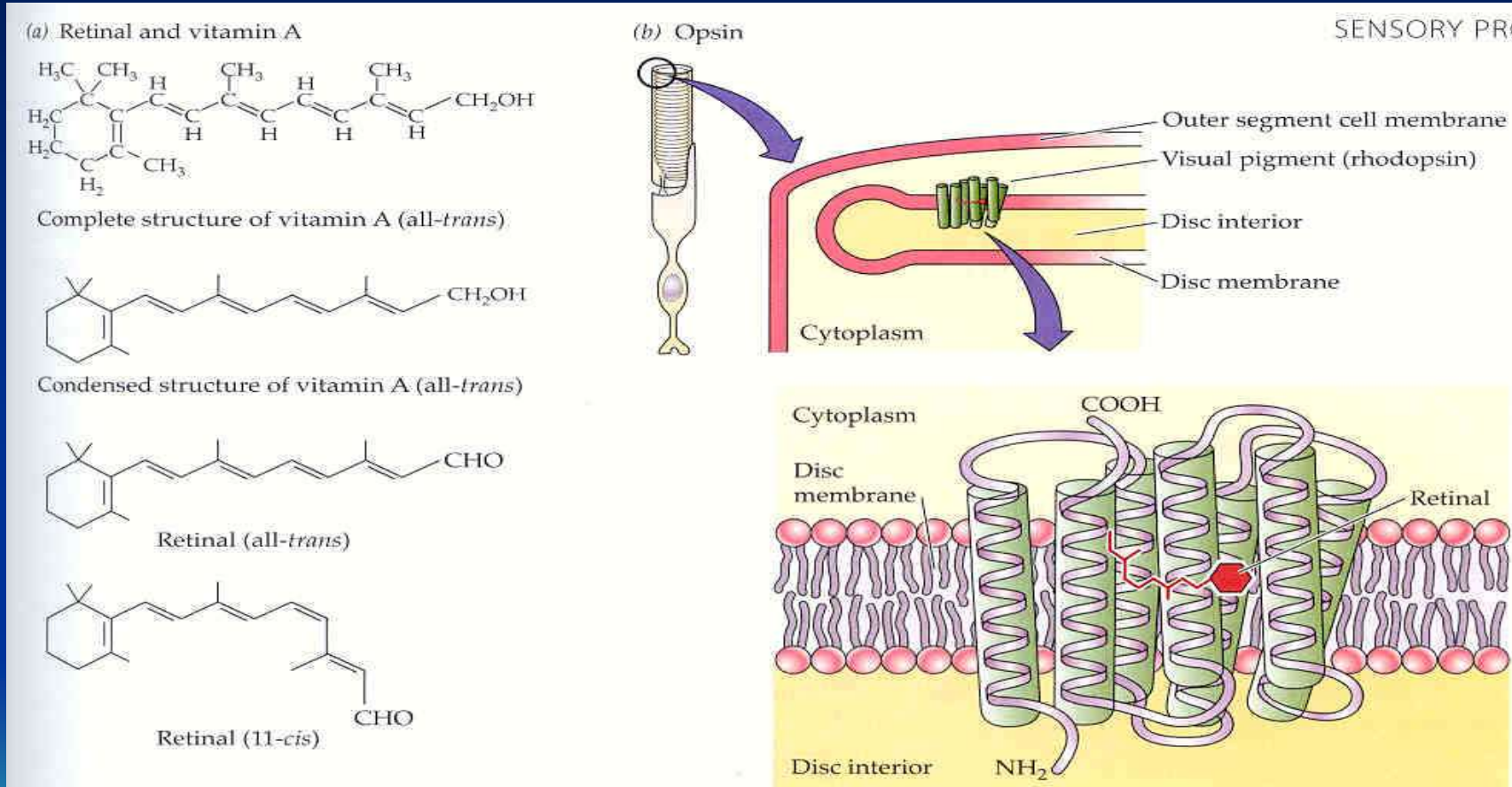


Figure 13.13 Rhodopsin is a photopigment composed of two parts: retinal and opsin
 (a) Chemical structures of vitamin A and of retinal. Vitamin A is shown both as a complete structure (top) and as a skeleton structure (middle). Vitamin A is converted to retinal, which has two isomers (11-*cis* and all-*trans*). (b) Three-dimensional structure of the protein (opsin) portion of vertebrate rhodopsin. Seven α -helical regions of the protein span the membrane; retinal is attached to an amino acid residue within the seventh membrane-spanning region.

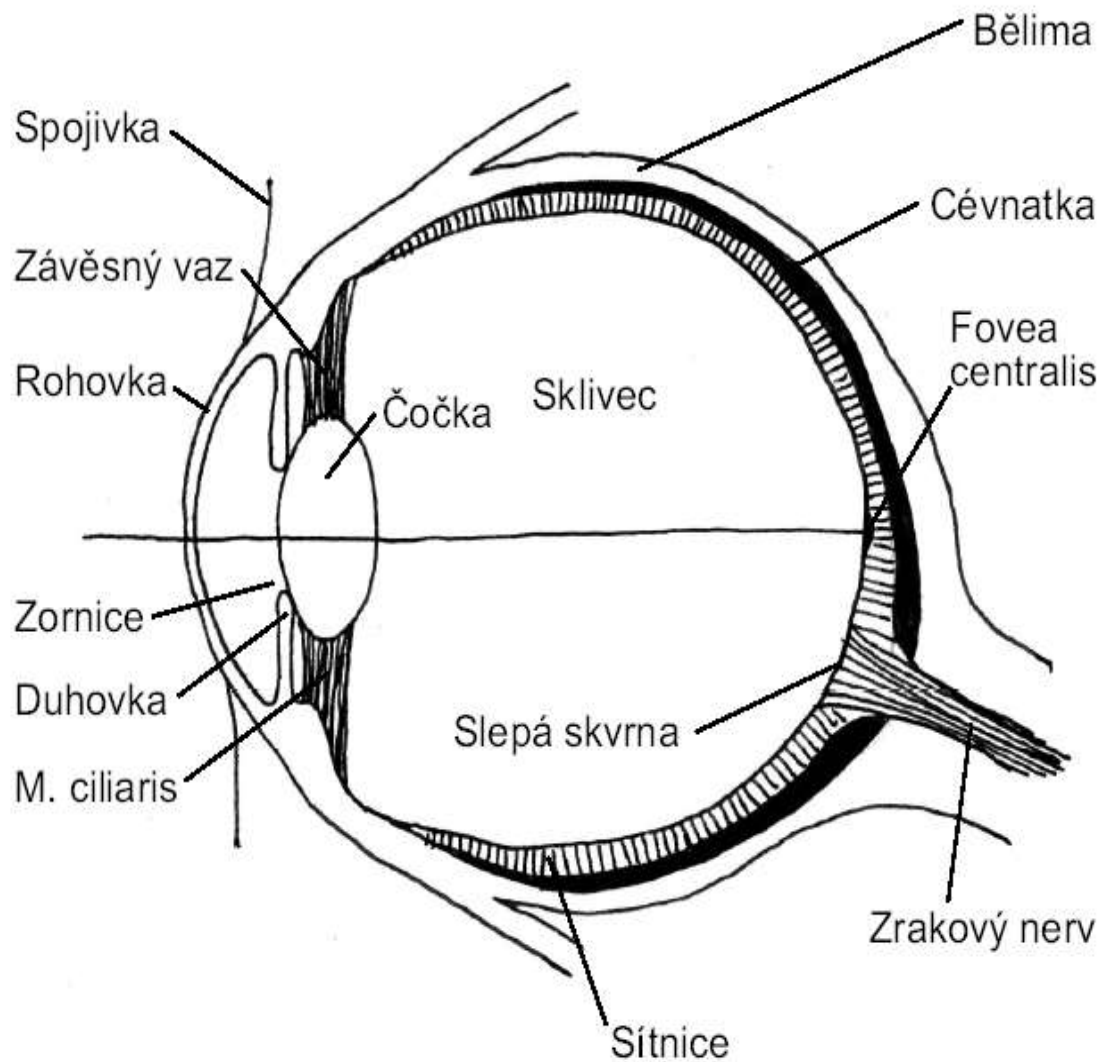
- Optický systém oka
- Fotoreceptory sítnice
- Optická dráha
- Korová zraková oblast

David Hubel's web page

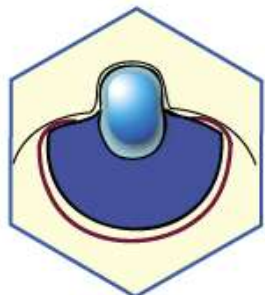
<http://hubel.med.harvard.edu/index.html>



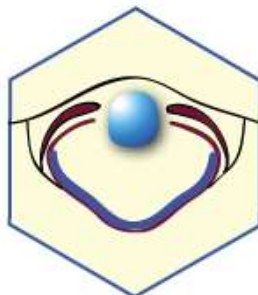
Od bakterií schopnost detekce.
Komorové oko – dokonalý optický nástroj



Variace na jedno téma.



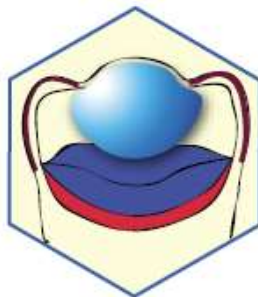
čtyřhranka



oliheň



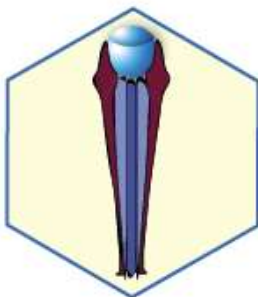
myš



hřebenatka



zebřička



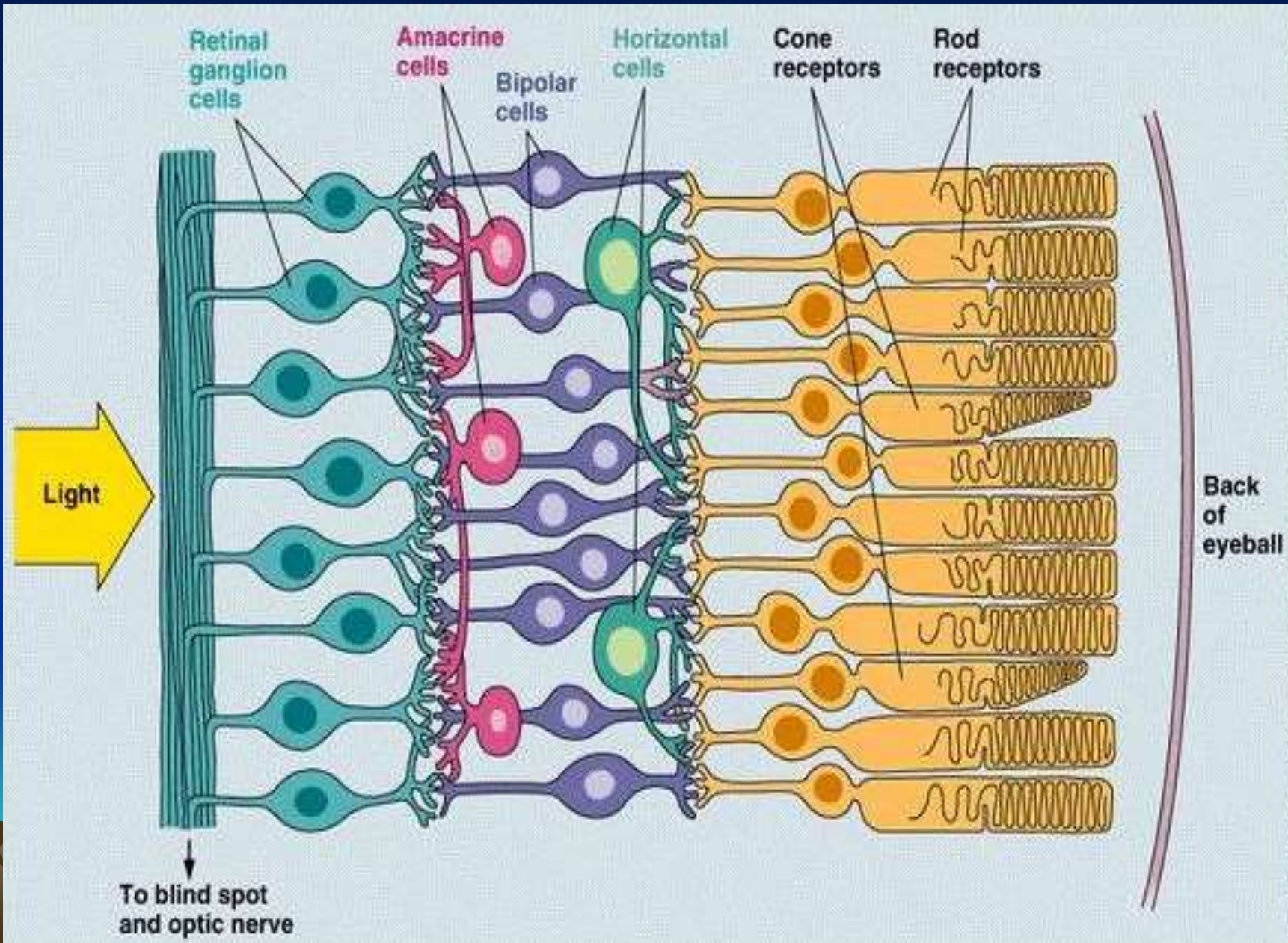
octomilka

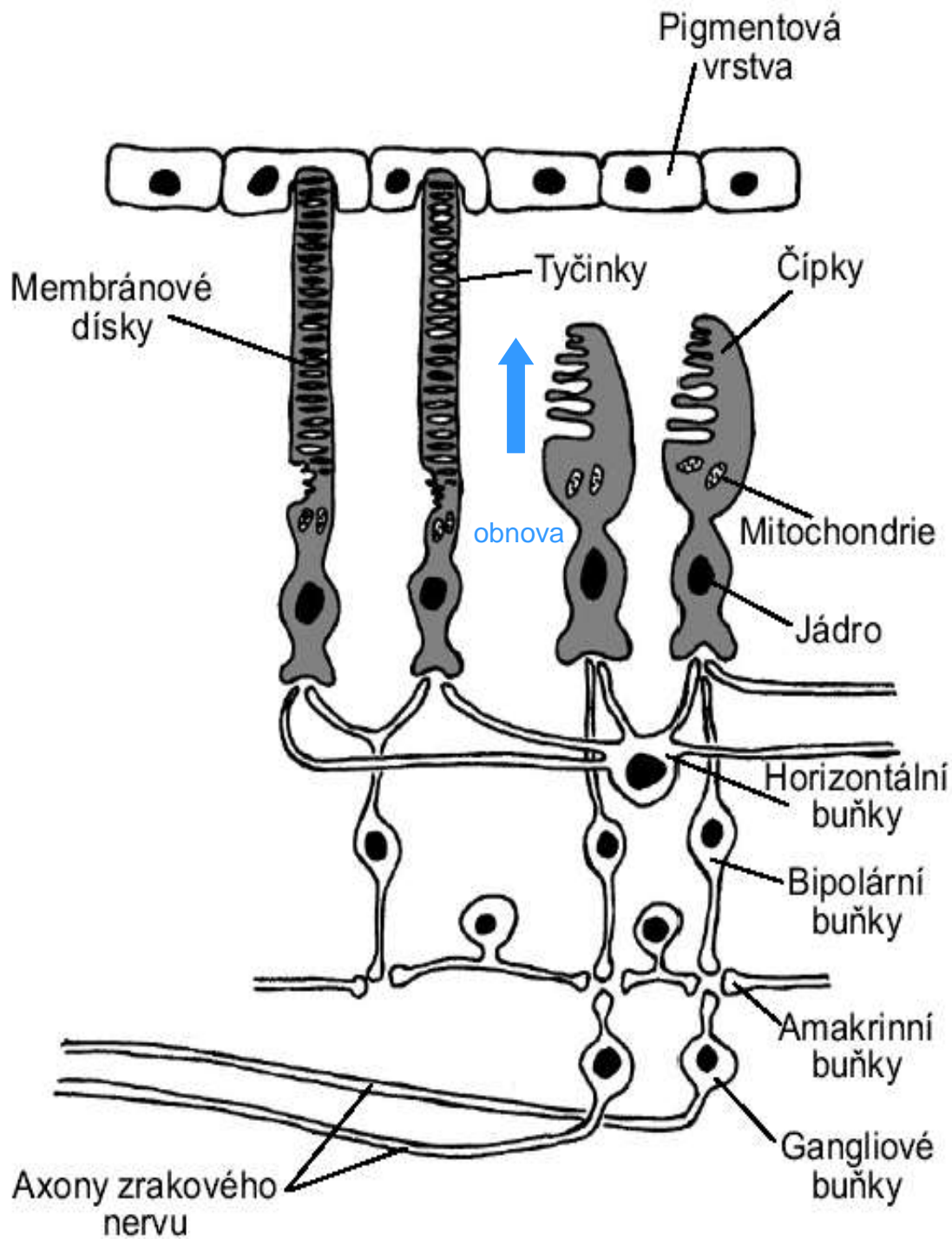
-  čočka
-  stínící pigment
-  sítnice
-  tapetum - zrcátko

1. Šest modelových organismů a šest různých typů očí. Fotografie živočicha je vždy doplněna o schematizovaný průřez jeho okem. Snímky © Kristýna Marková-Jonášová, Jana Růžičková, Roger Hanlon a Marek Jindra.

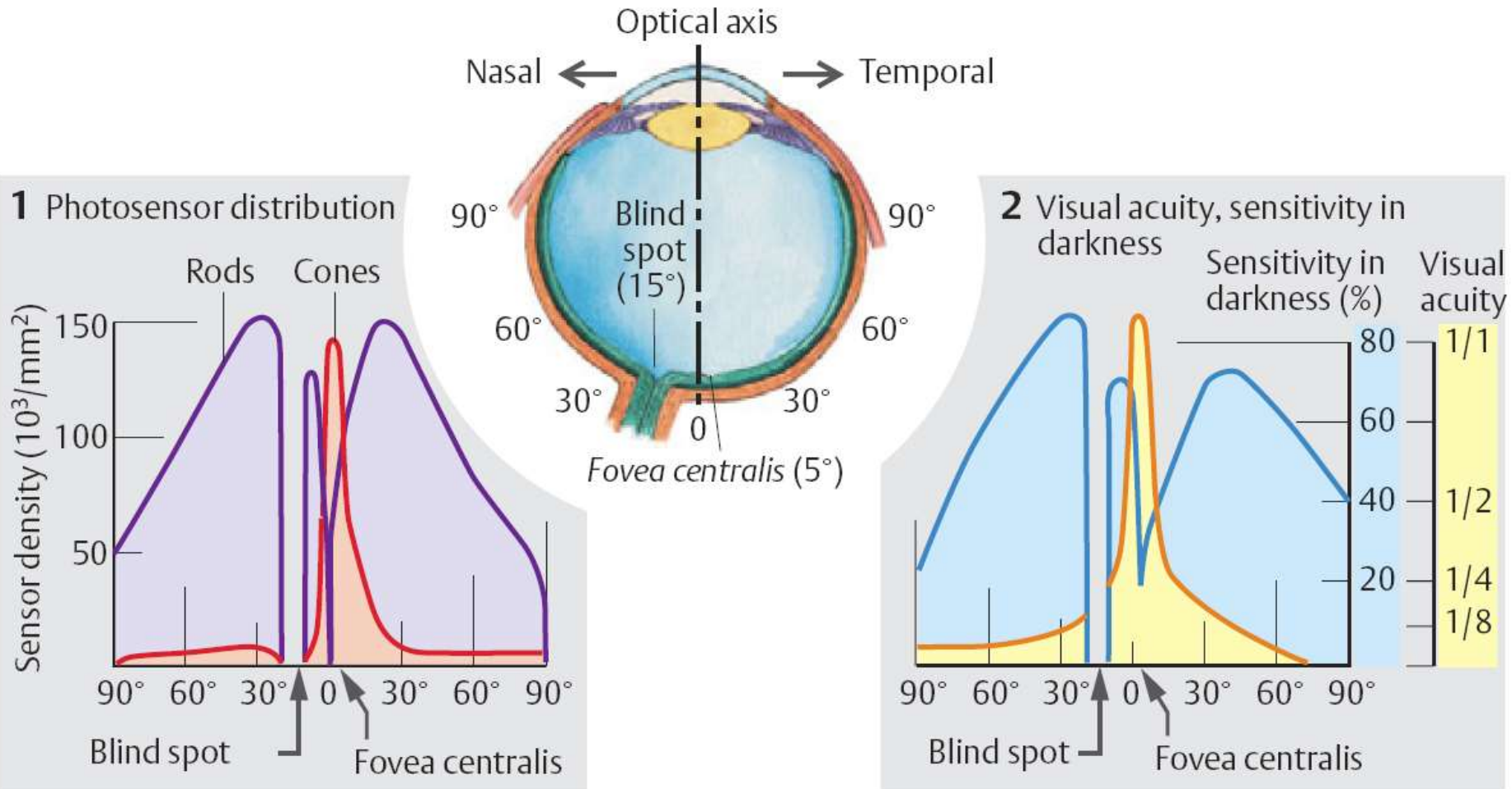
Inverzní sítnice savců.

120 mil. tyčinek, 6 mil. čípků. – jen 1 mil axonů - konvergence





B. Retina: Photosensor distribution, sensitivity in darkness and visual acuity

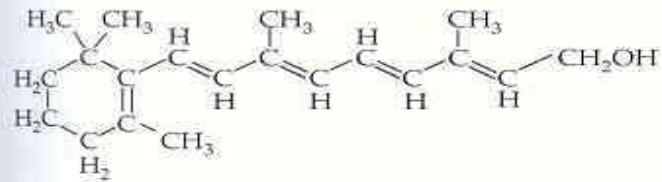


RGB čípky, ale jen RG ve fovei. Tyčinky jsou velmi štíhlé 2-5mm, čípky v periférii 5-8 mm, ve fovei ale pouze 1,5 mm.

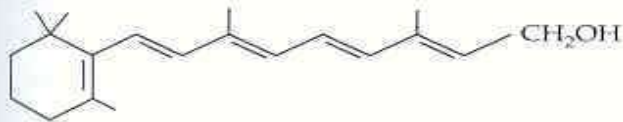
Absorbce světla - Karotenoidy (vit.A) a pyrolové kruhy

SENSORY PRO

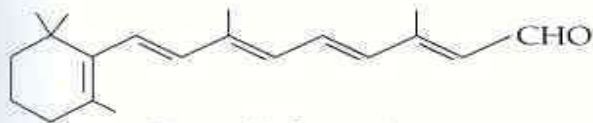
(a) Retinal and vitamin A



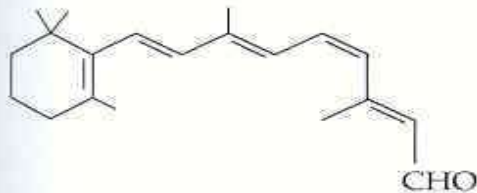
Complete structure of vitamin A (all-trans)



Condensed structure of vitamin A (all-trans)



Retinal (all-trans)



Retinal (11-cis)

(b) Opsin

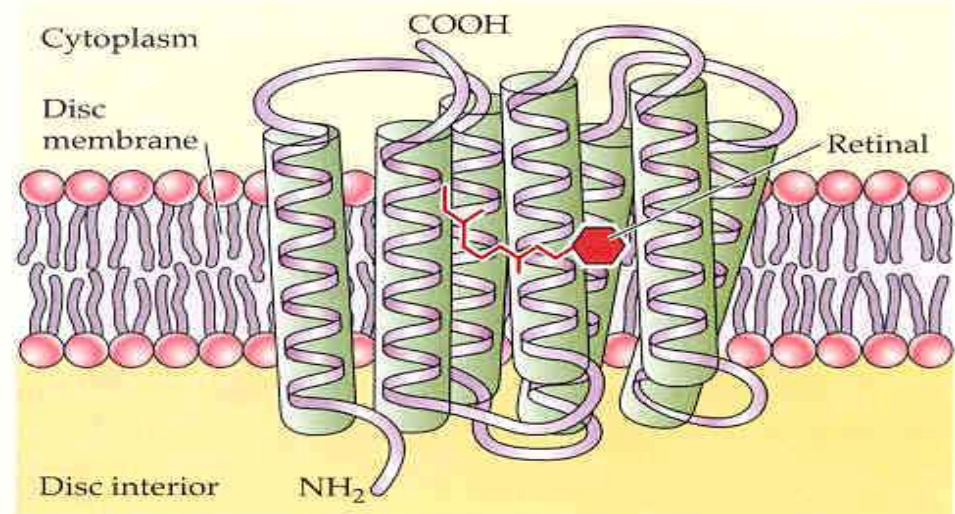
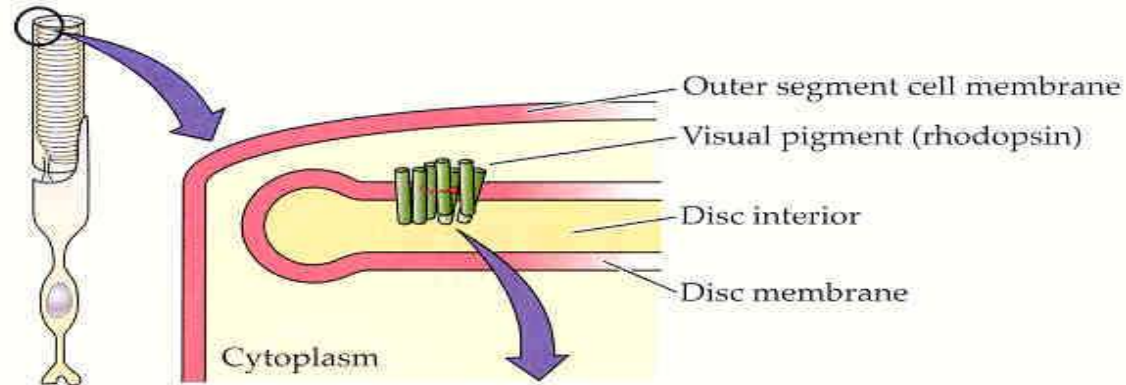
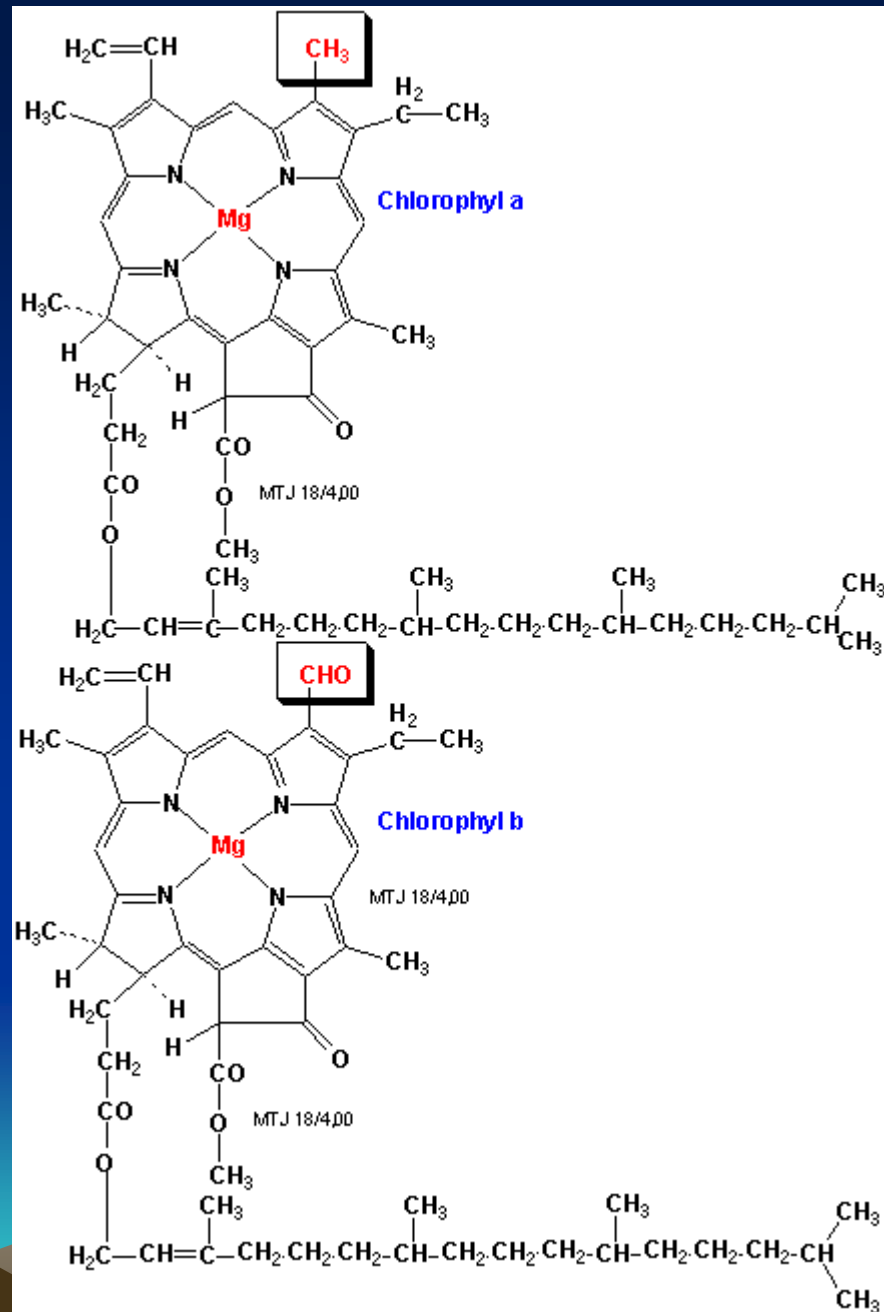


Figure 13.13 Rhodopsin is a photopigment composed of two parts: retinal and opsin
 (a) Chemical structures of vitamin A and of retinal. Vitamin A is shown both as a complete structure (top) and as a skeleton structure (middle). Vitamin A is converted to retinal, which has two isomers (11-cis and all-trans). (b) Three-dimensional structure of the protein (opsin) portion of vertebrate rhodopsin. Seven α -helical regions of the protein span the membrane; retinal is attached to an amino acid residue within the seventh membrane-spanning region.

[Video cis - trans](#)

Absorbce světla - Karotenoidy
(vit.A) a pyrolové kruhy
(chlorofyl)

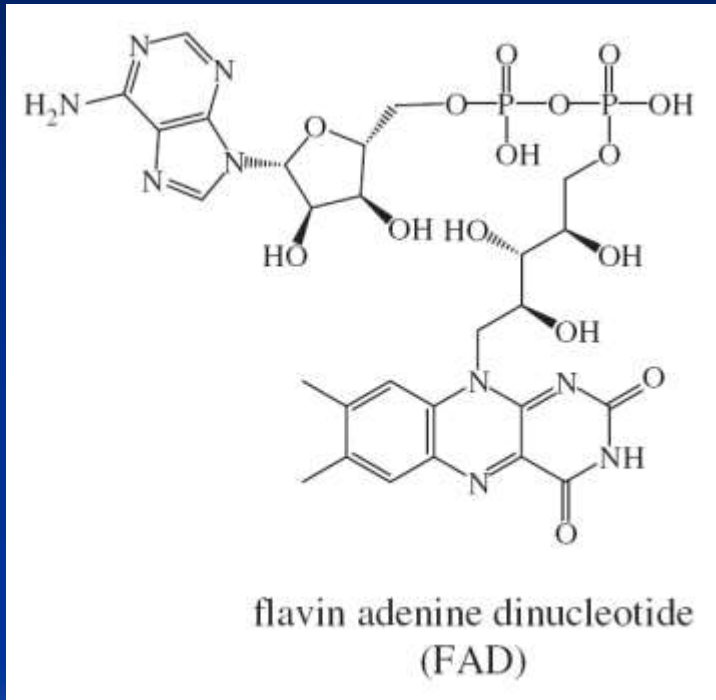


Absorbci světla zajišťují i jiné kofaktory – FAD

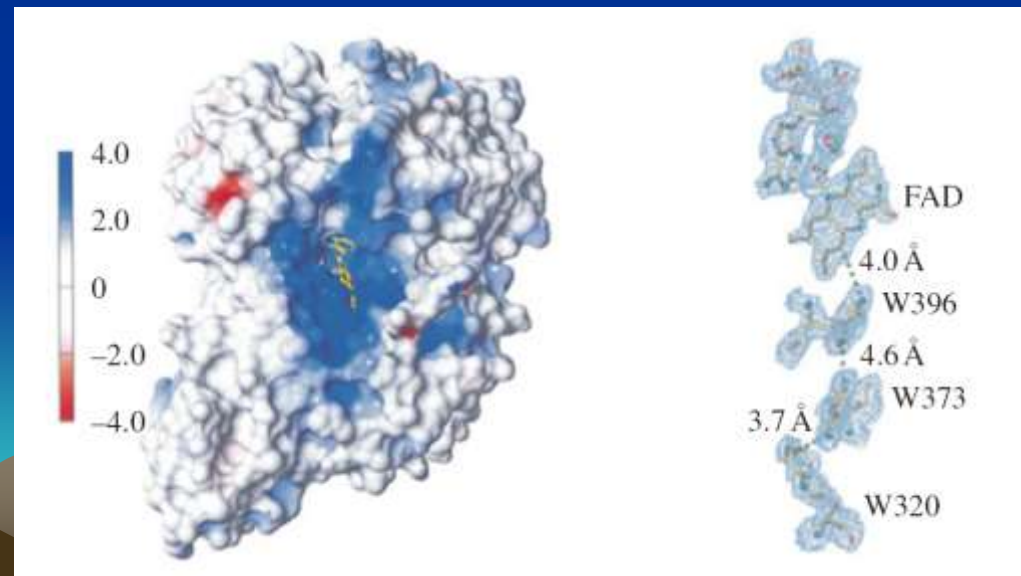
Fotosensitivní proteiny: Kryptochromy – rytmy živočichů, magnetorecepce

Fotolyázy – opravy DNA

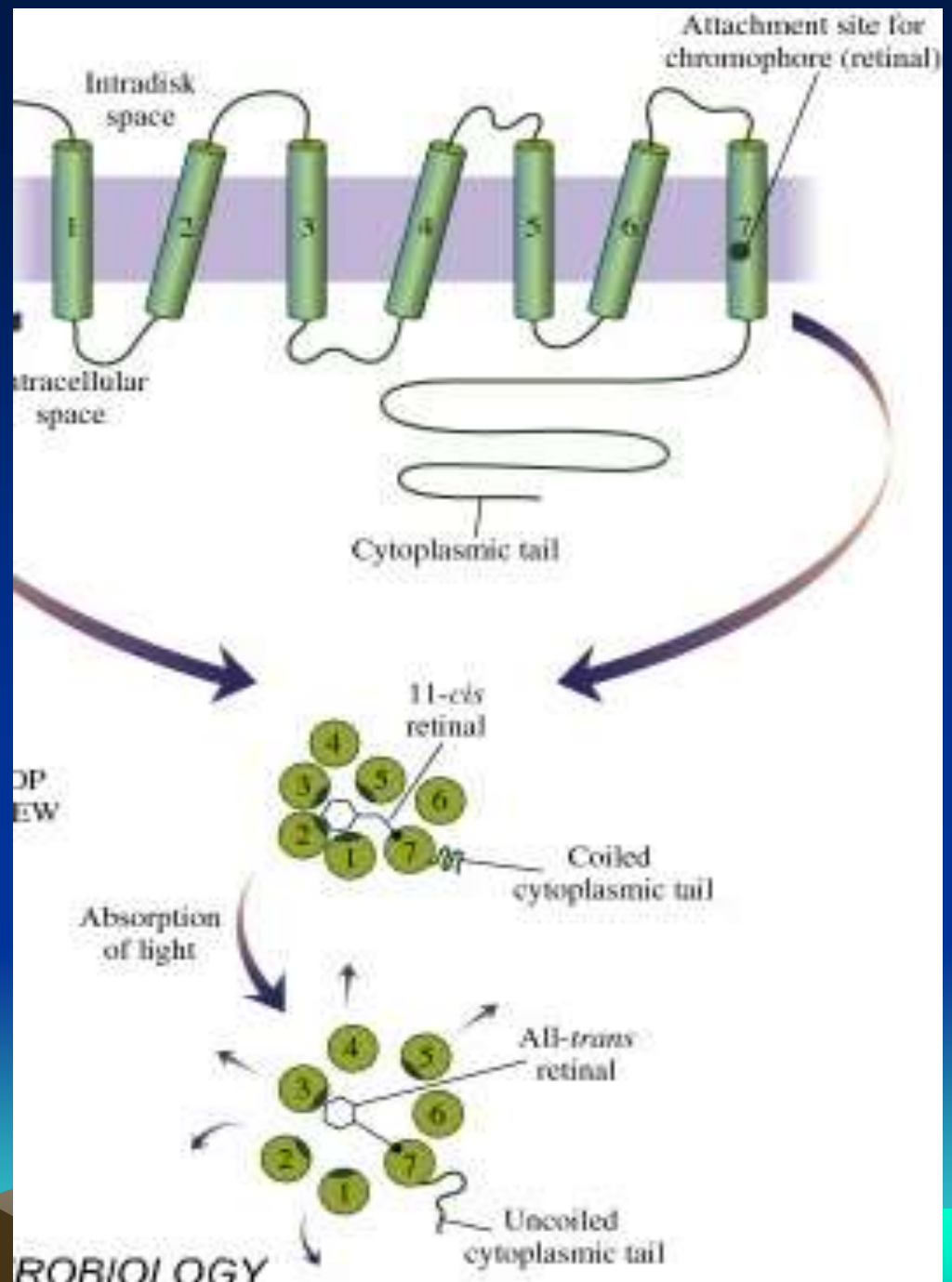
Flavoproteiny – kvetení, opad listů atd.



Světlem excitovaný flavin vytrhává e⁻ z proteinu (např. kryptochromu – tzv. fotoredukce flavinu) a mění jeho signalizační vlastnosti



Spolupráce chromoforu retinalu a apoproteinu opsinu.



Video aktivace rhodopsinu

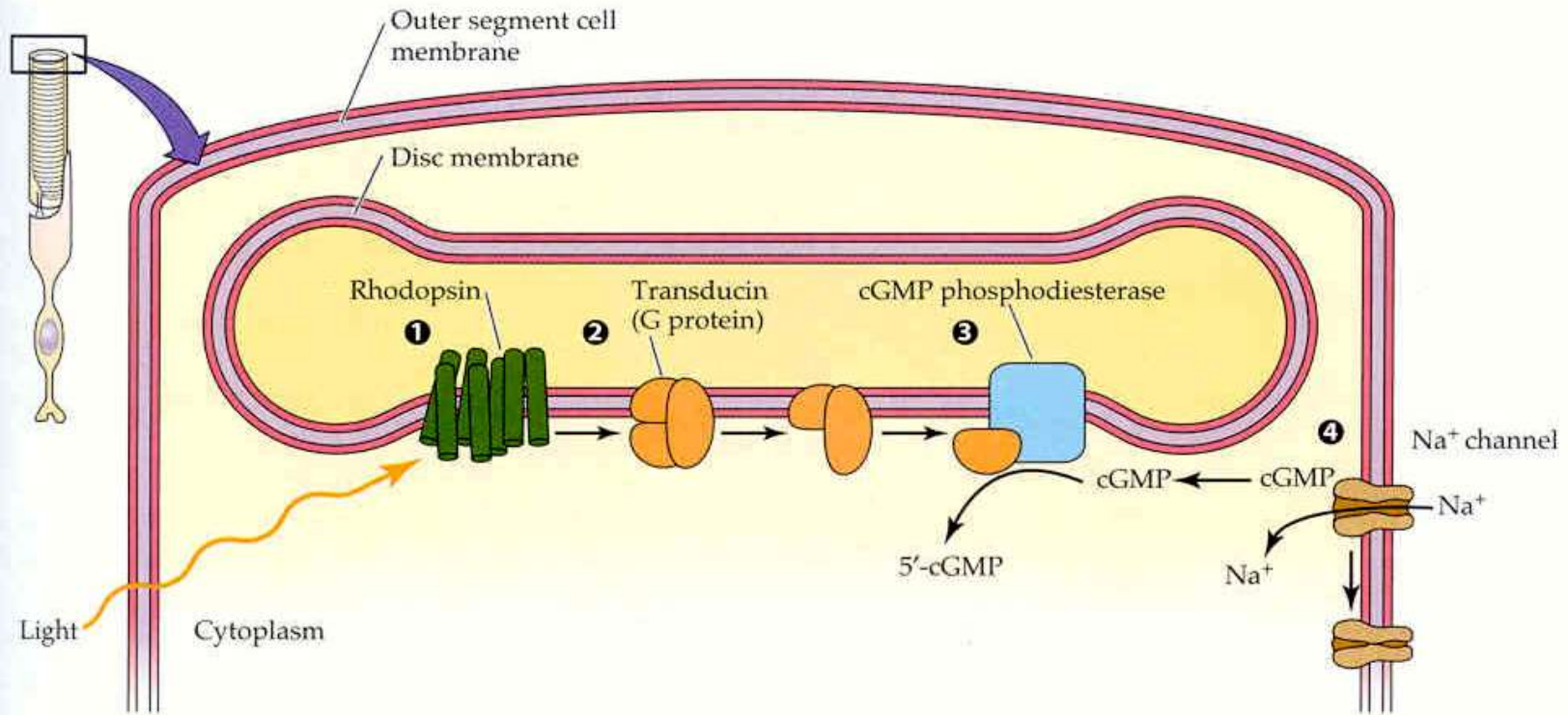
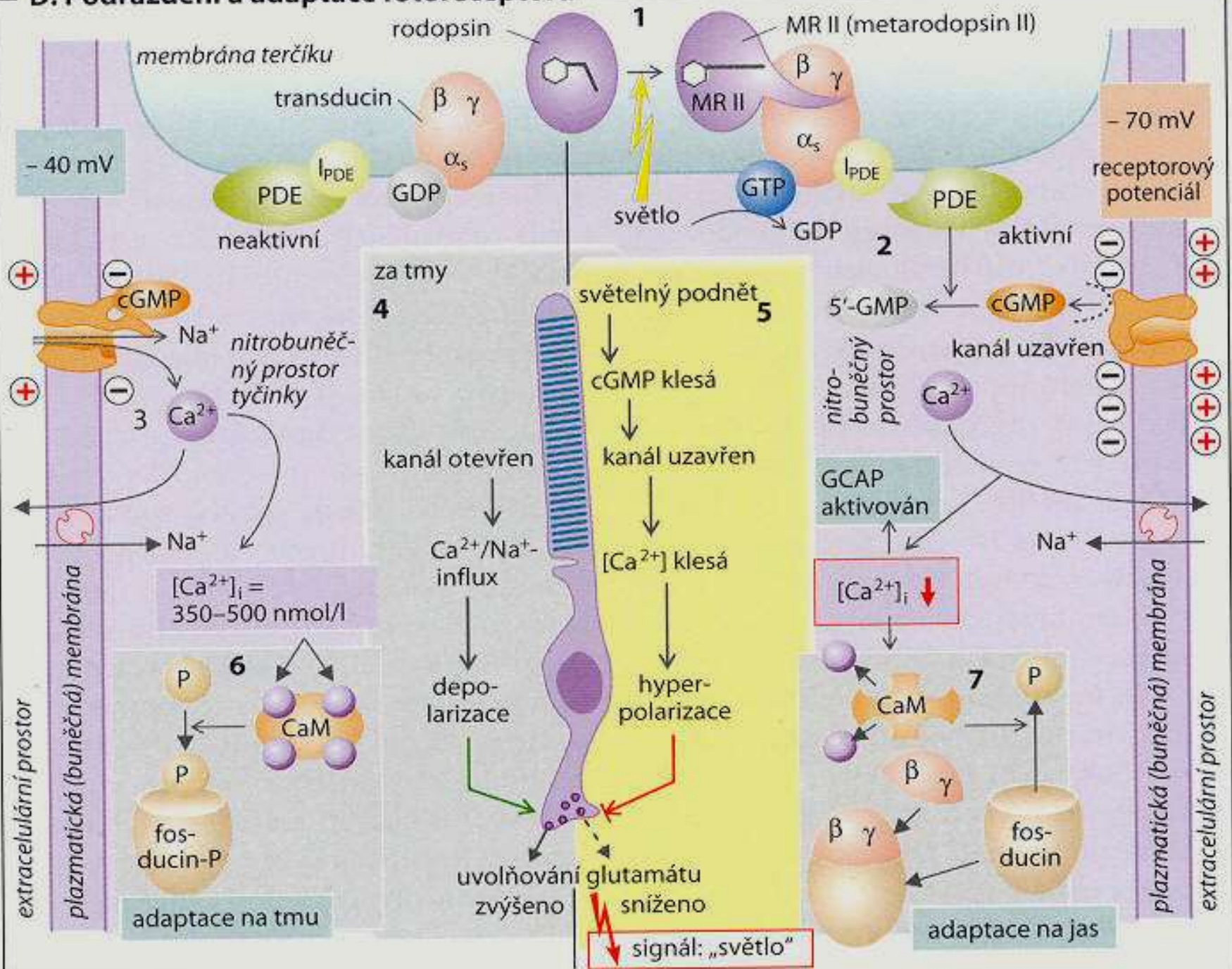


Figure 13.14 Phototransduction closes cation channels in the outer segment of the photoreceptor membrane In the dark, the cation channels are kept open by intracellular cGMP and conduct an inward current, carried largely by Na^+ . When light strikes the photoreceptor, these channels are closed by a G protein-coupled mechanism. **1** Rhodopsin molecules in the disc membrane absorb light and are acti-

vated. **2** The activated rhodopsin stimulates a G protein (transducin in rods), which in turn activates cGMP phosphodiesterase. **3** The phosphodiesterase catalyzes the breakdown of cGMP to 5'-cGMP. **4** As the cGMP concentration decreases, cGMP detaches from the cation channels, which close.

D. Podráždění a adaptace fotoreceptorů



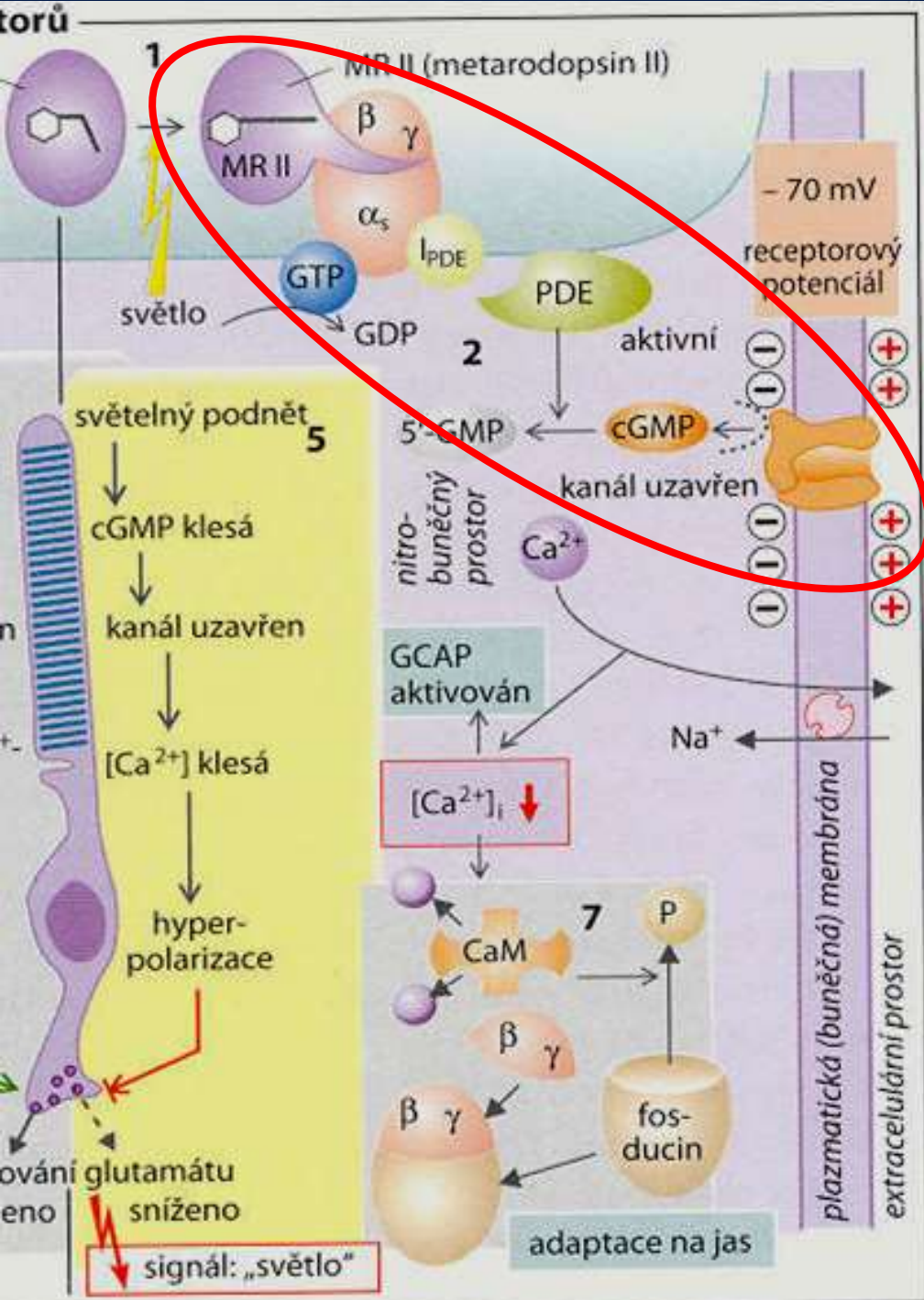
U chemorecepce ligand způsobí změnu konformace membránového 7TM receptoru tak, že alfa podjednotka G proteinu je uvolněna aby aktivovala membránové enzymy.

A stejně je to i s opsinem. V tomto případě je však čichová nebo chuťový molekula v jistém smyslu již přítomna a připojena k 7TM receptoru. Je to chromofor, 11cis retinal. Ten je ve vazbě na lyzinový zbytek uložen do opsinu a je ve své poloze stabilizován slabými interakcemi se dvěma dalšími zbytky aminokyselin. Foton pak pouze změní konformaci retinalu z cis do trans pozice (2×10^{-14} s, takže se už déle nevejde do vazebné polohy v dutině opsinu.

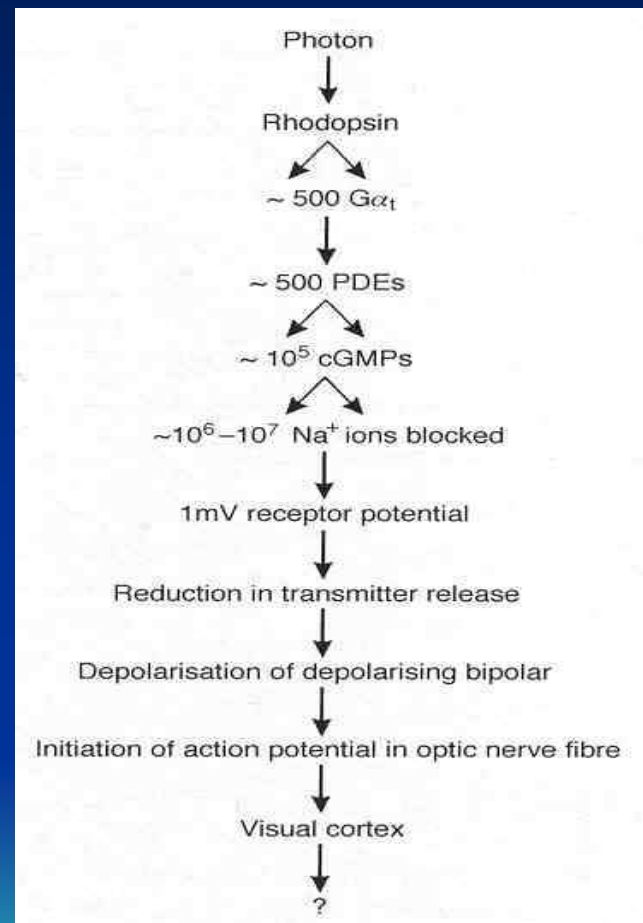
To způsobí, že opsin změní svou konformaci a přes několik meziproductů se přemění na konečný metarodopsin II. Ten reaguje s G-proteinem (**transducinem**), který se následně, po náhradě GDP za GTP, štěpí na alfa a beta gama podjednotky.

Alfa potom, jako u jiných modalit, aktivuje specifické enzymy v membráně, a to takto: na aktivovaný alfa-GTP se nyní naváže inhibiční podjednotka cGMP-fosfodiesterázy, **PDE**. Takto dezinhibovaná PDE pak **snižuje** cytosolovou koncentraci cGMP.





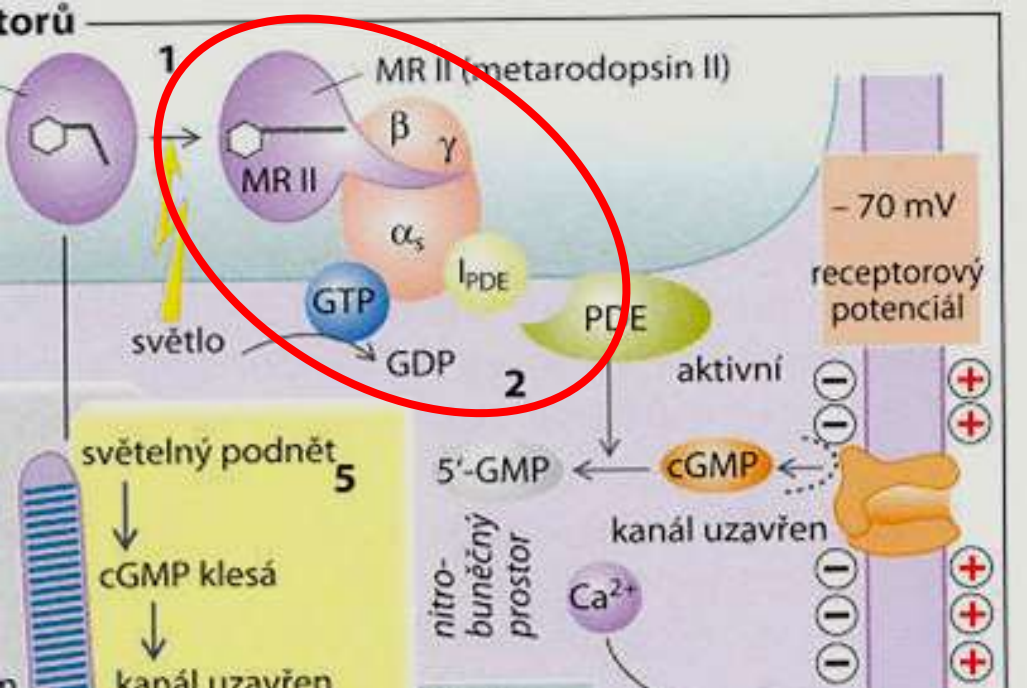
Zesílení



Řada zpětných vazeb a cyklů:

- Vypnutí, inaktivace – příprava na další signál. Arestin v G-prot. signalizaci, Ca
- Adaptace – rozsah od 1 po 10^6 fotonů / sec, úloha Ca iontů (podobně i čich, sluch)
- Regenerace – umožní přijetí dalšího signálu

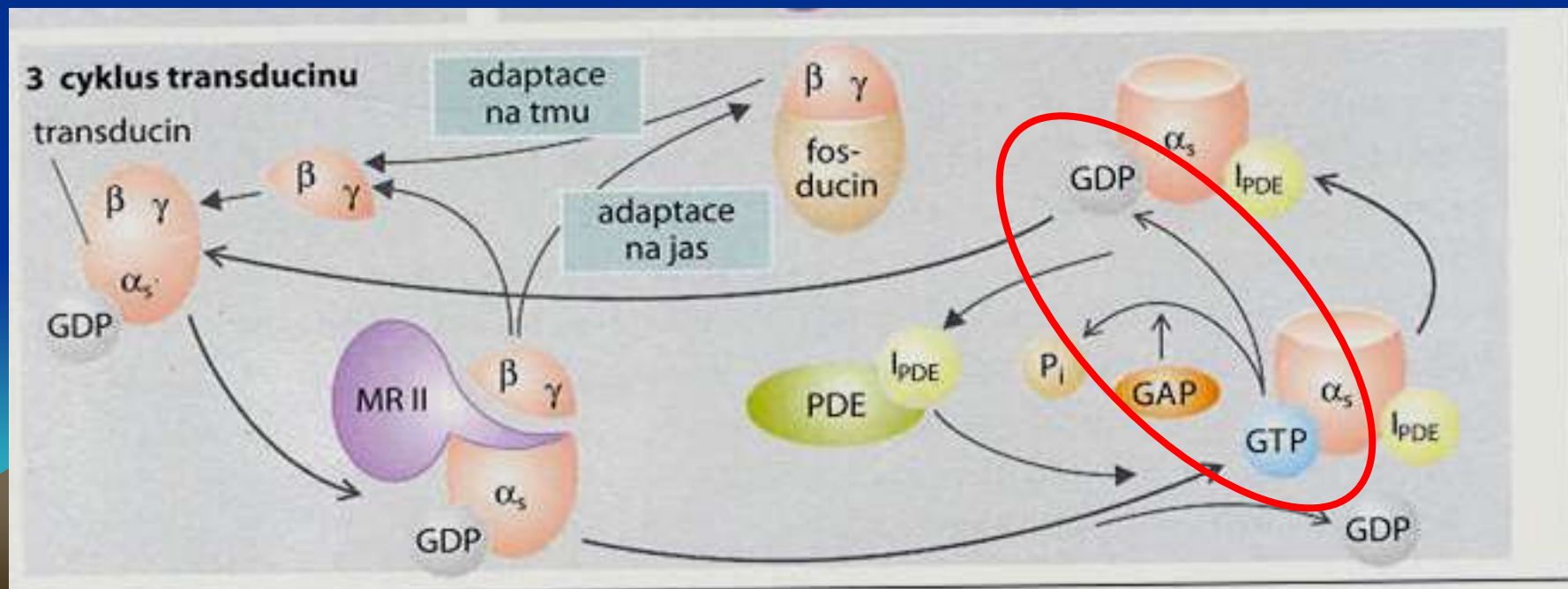




Inaktivace:

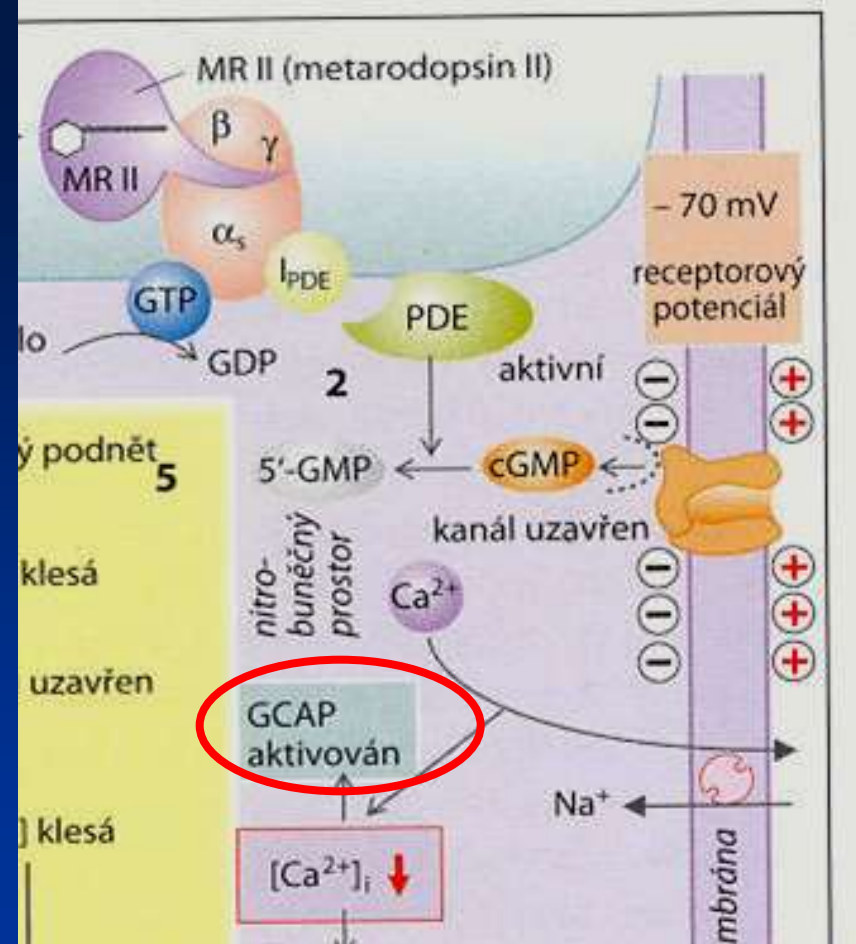
Samozhasnutí alfa Transducinu. Vlastní aktivitou štěpí GTP na GDP a navazuje inhibiční podjednotku Ipde. Katalytická aktivita alfa podjednotky tím končí.

Regenerovaný transducin zase uvolňuje Ipde. GAP (GTPase activating protein) podporuje cyklus.

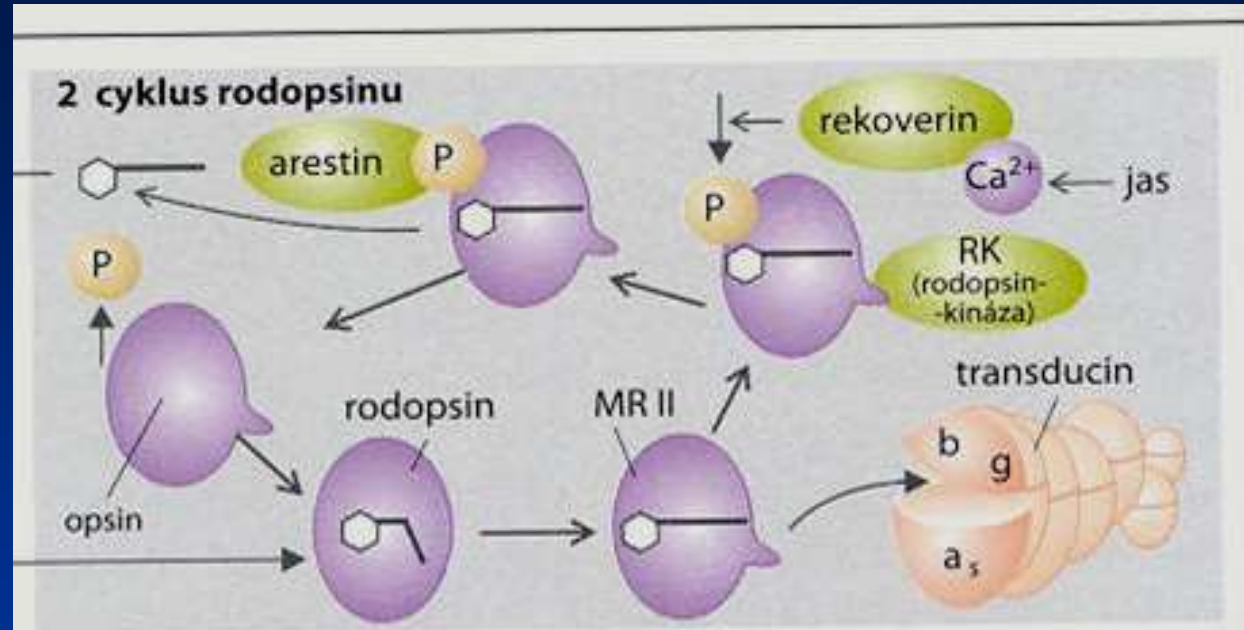


Inaktivace:

GCAP (guanylyl cyclase activating Protein) ztratí 4 Ca a aktivuje GCAP. Ta zvýší cGMP a kationtové kanály se zase otevřou a receptor je připraven na další světelný podnět



Inaktivace a adaptace cestou fosforylace Rodopsinu



Inaktivace rodopsinu:

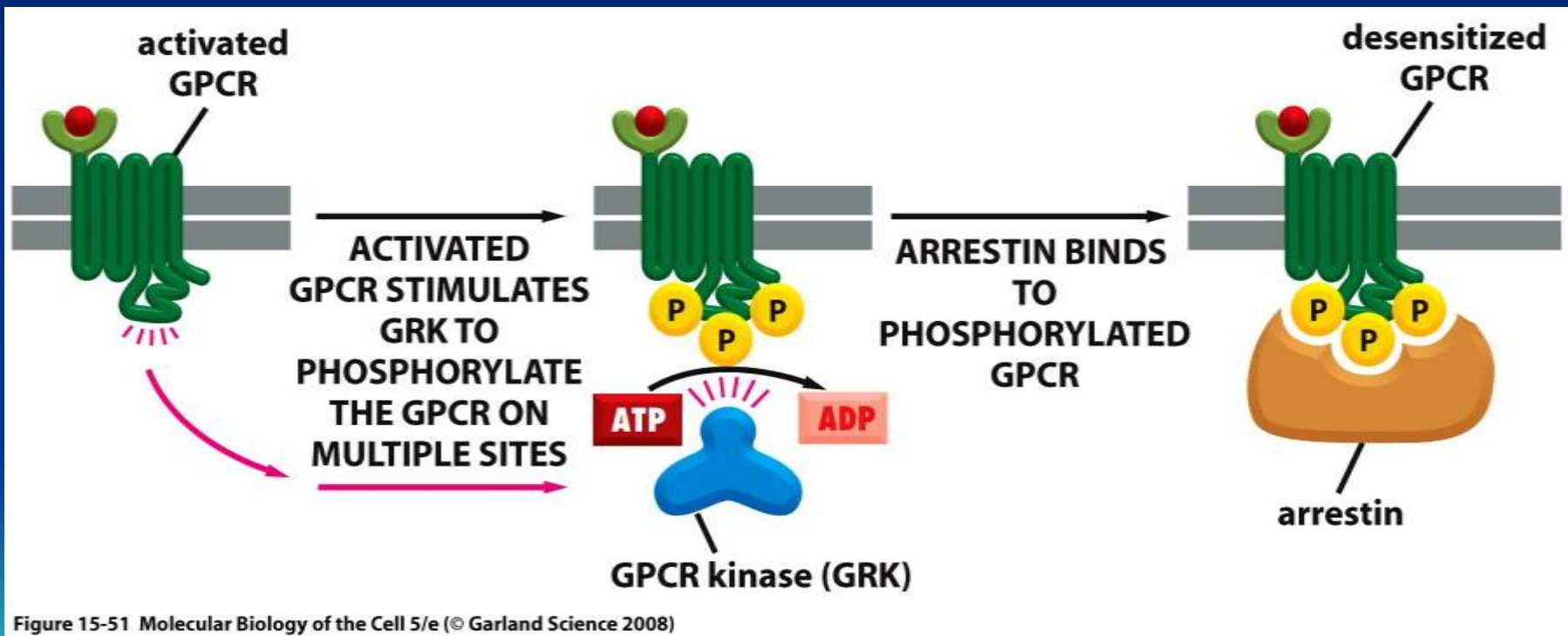
MR II odhalí vazebné místo pro RK. Fosforyluje se, naváže arestin a dál už nereaguje s transducinem. All-trans-retinal se oddělí.

Ca adaptace:

Ca zrychluje fosforylaci MR II na světle s pomocí jiného Ca-závislého proteinu rekovertinu. Rekovertin citlivý na Ca se tak podílí na redukci životnosti rodopsinu. Méně inhibuje RK je-li méně Ca – za podmínek jasu.

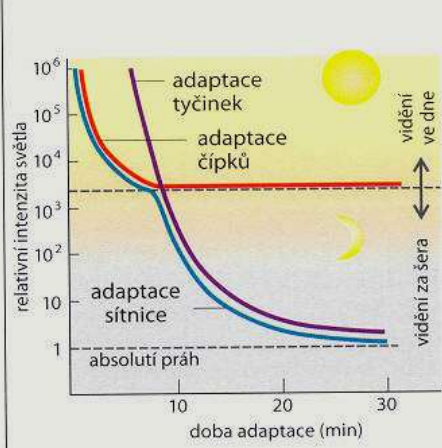
Inaktivace rodopsinu je stejná jako u jiných GPCR

Úloha GPCR kinázy a arestinu v GPCR desenzitizaci
GPCR g - protein coupled cell surface receptor

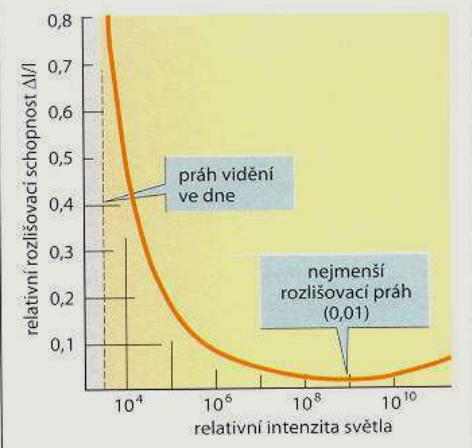


Adaptace:

A. Průběh adaptace

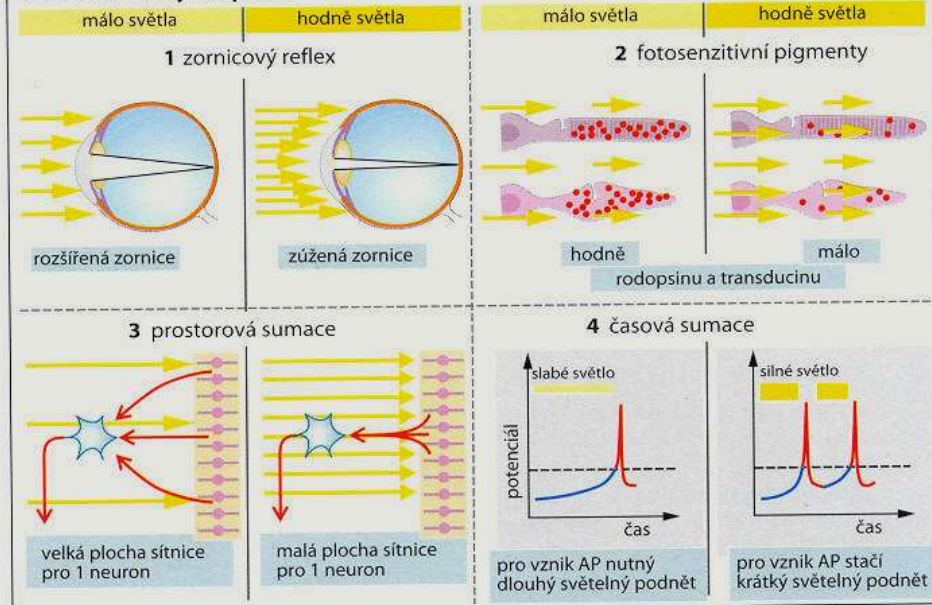


B. Rozlišovací práh a intenzita světla

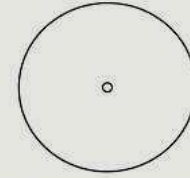


(podle G. Schuberta)

C. Mechanismy adaptace

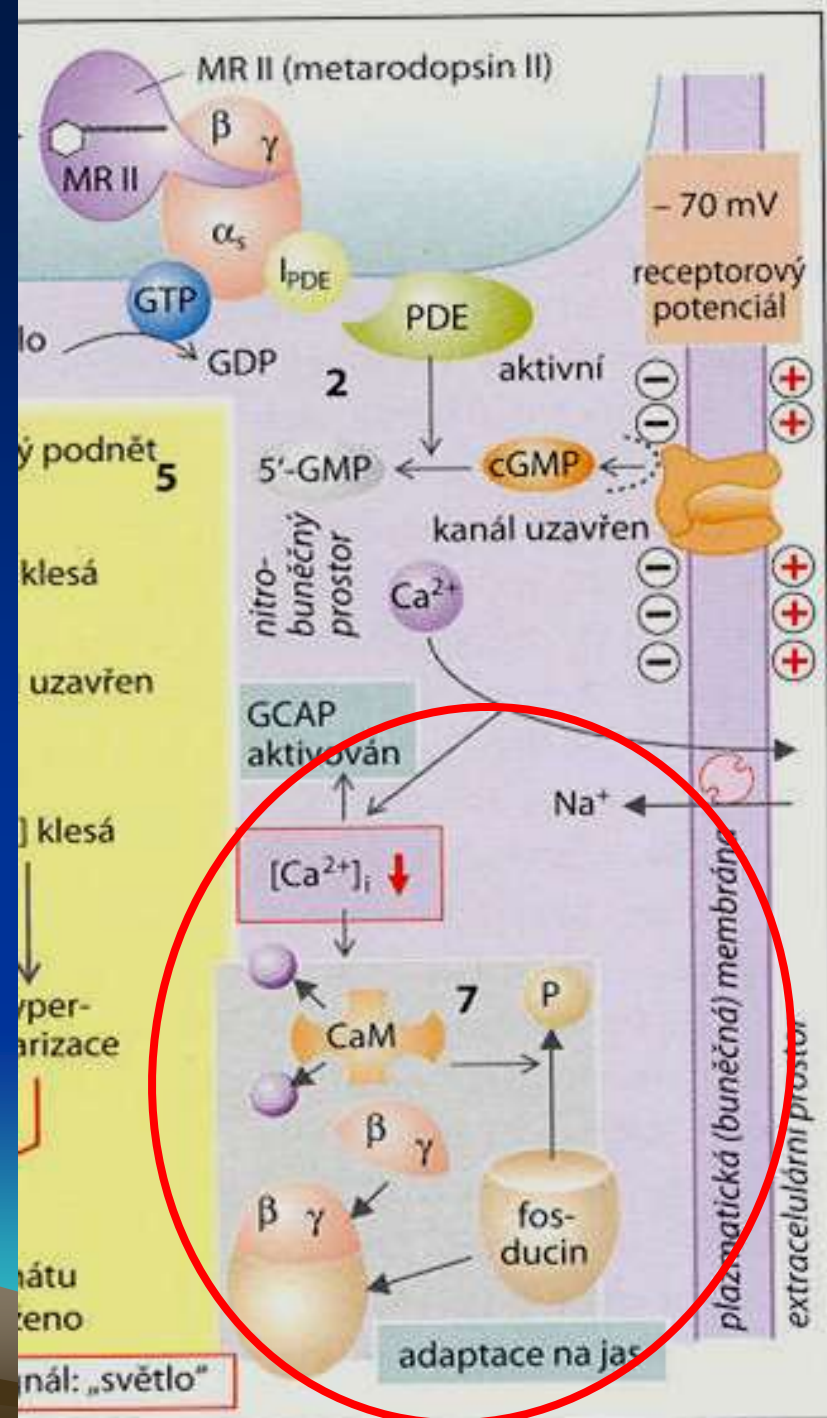
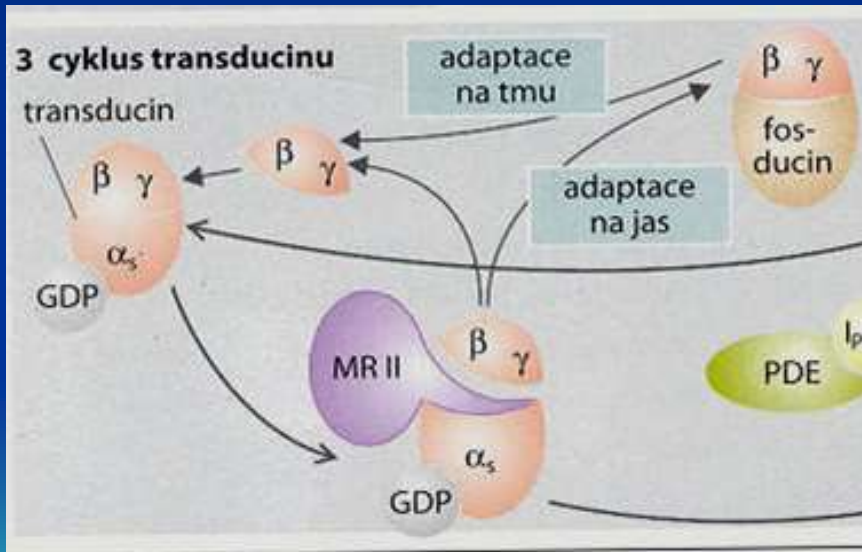


D. Sukcesivní kontrast („lokální adaptace“) viz text



Adaptace:

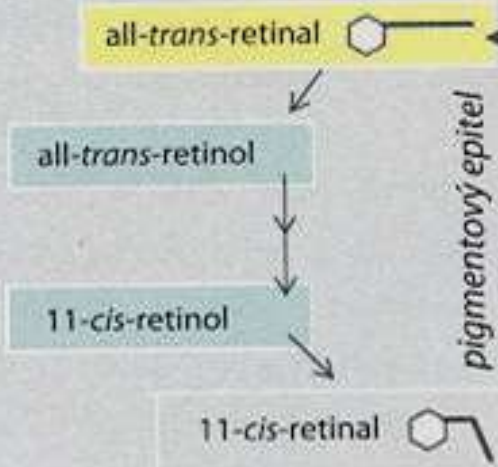
Soutěž mezi fosducinem a alfa podjednotkou o beta a gama podjednotky
Ve světle je defosforylován, váže je, a tak blokuje regeneraci transducinu



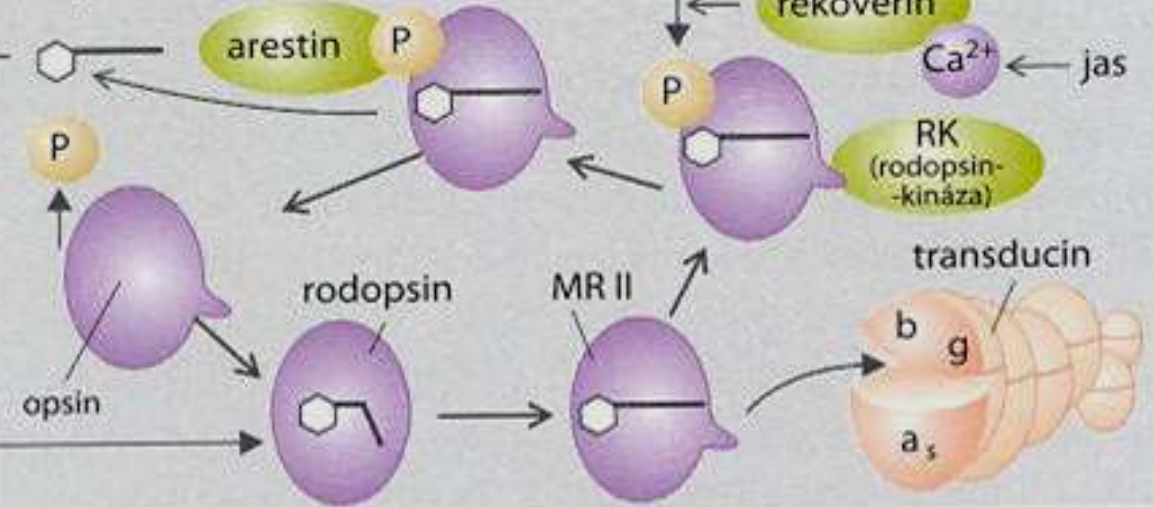
Regenerace retinalu v pigmentovém epitelu

E. Regenerační cykly

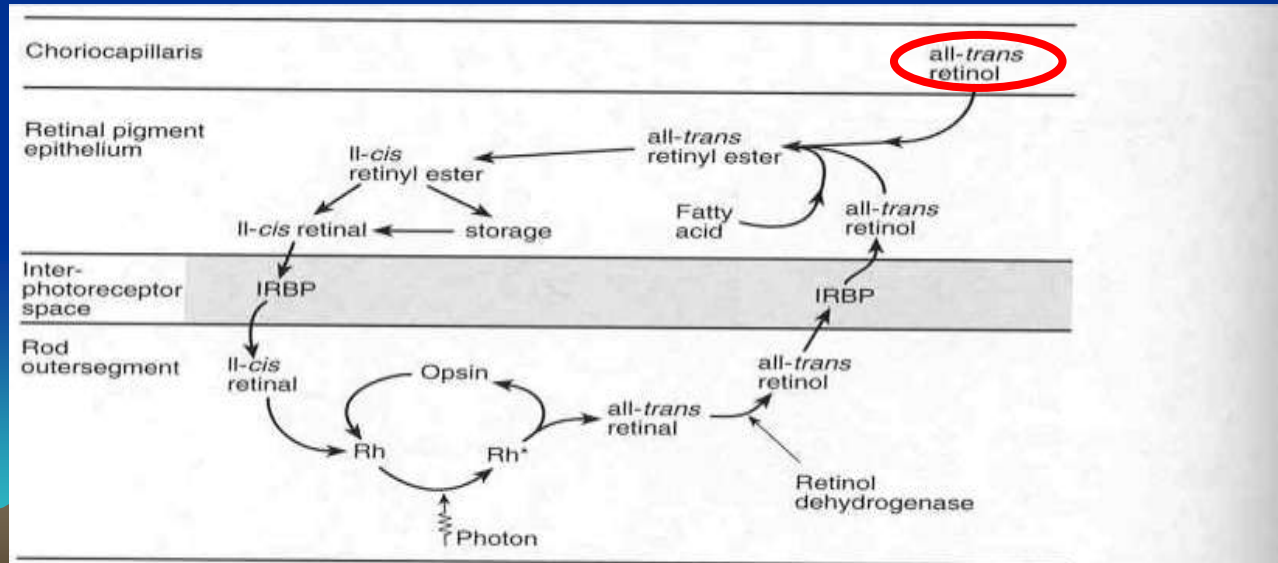
1 cyklus retinalu



2 cyklus rodopsinu

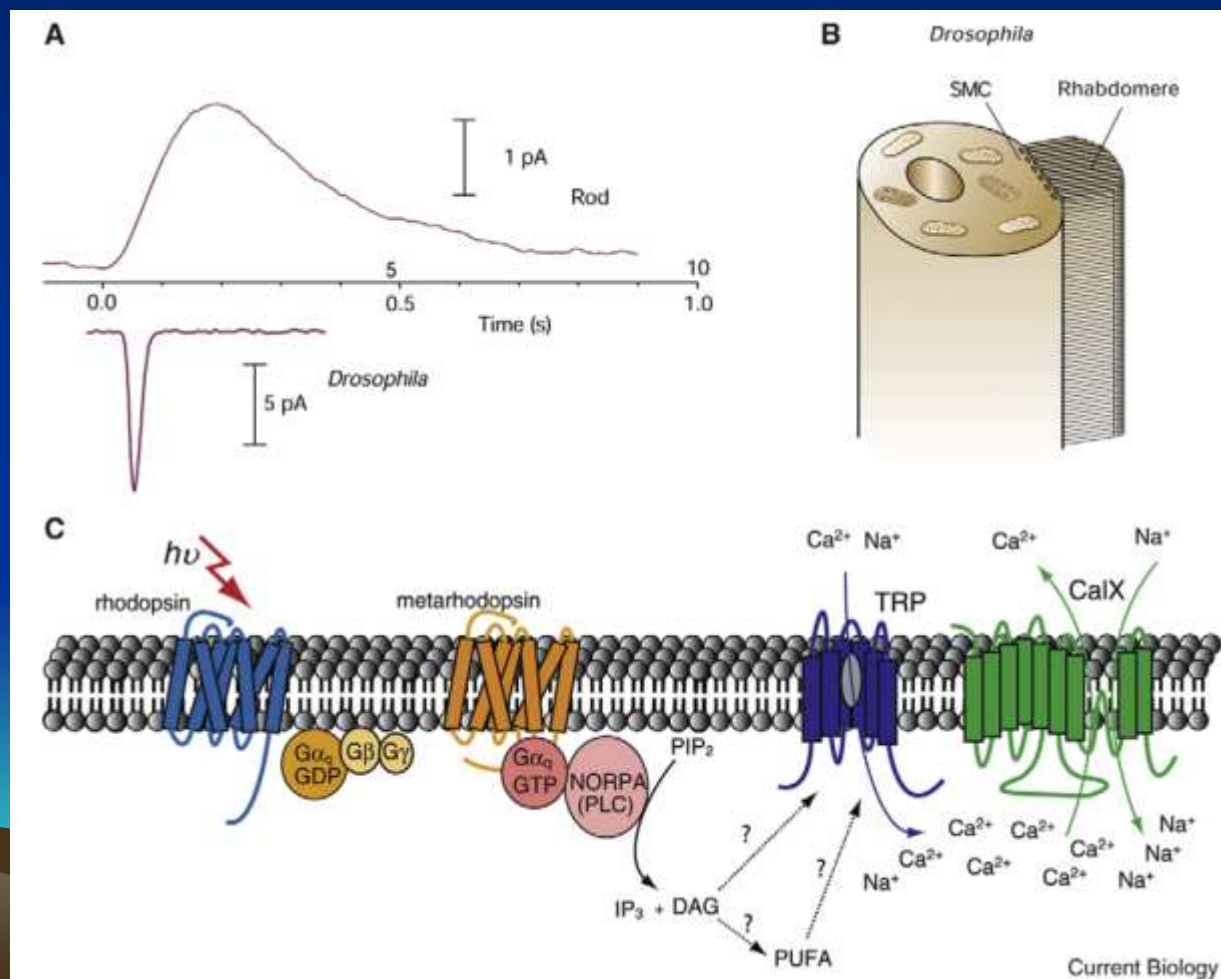


All-trans-retinol –
vitamin A. Při
nedostatku šeroslepost.



Regeneration of 11-cis retinal. Explanation in text. IRBP = interphotoreceptor retinoid binding protein; Rh* = activated rhodopsin. Simplified from Harding, 1997

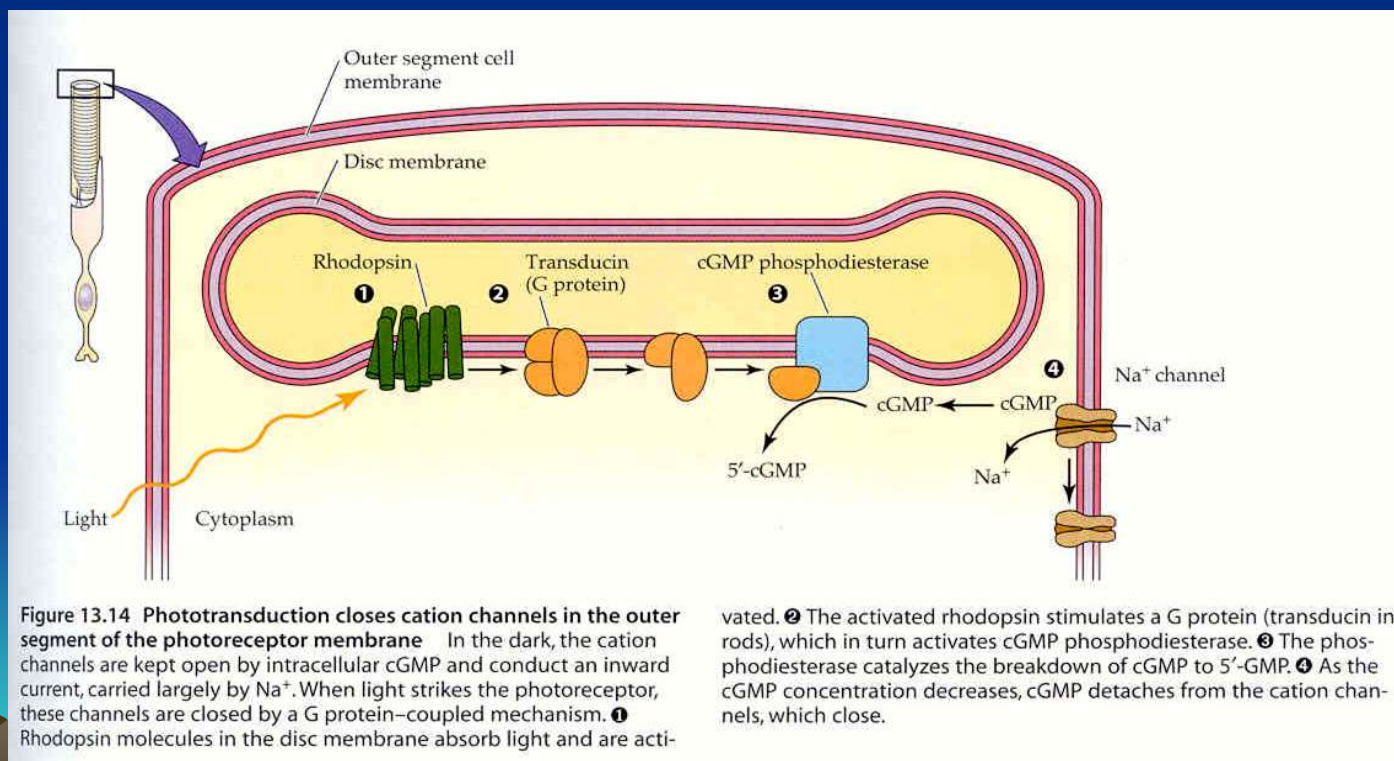
Drosophila jako užitečný model zrakové transdukce:
 Mimořádné zesílení – reakce na jediný foton
 Nízký šum ve tmě (navzdory spontánní termální izomerizaci)
 Široká adaptace – rozsah až 10^6 (arrestin, Ca)
 Rychlá terminace odpovědi
 10x rychlejší GPCR signální dráha než obratlovci -



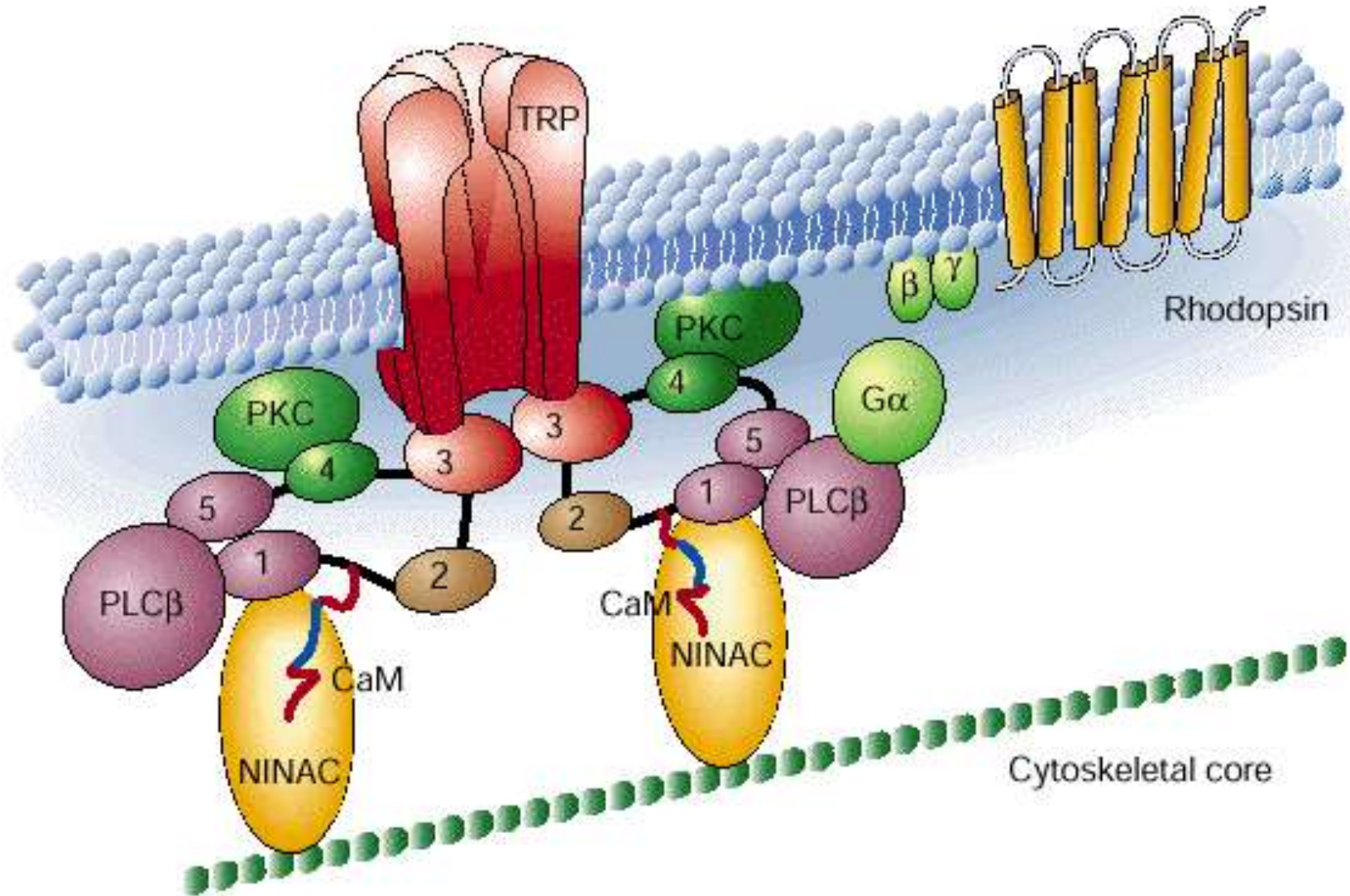
Drosophila jako užitečný model zrakové transdukce:

Taková rychlost? PLC octomilky je jeden z nejvýkonnějších známých enzymů-
limitem je jen přísun cGMP

Výkonnost transdukce omezena pouze difuzním pohybem v membráně.



Drosophila jako užitečný model zrakové transdukce:
Difuzní model signálového přenosu x Signalplex, scaffolding proteins
Multimolekulární signalizační komplex



Drosophila jako užitečný model zrakové transdukce:
 Organizace signálních proteinů
 v čase a prostoru – oddělení, zhášení
 odpovědi na světlo se účastní i lešení (INAD komplex)

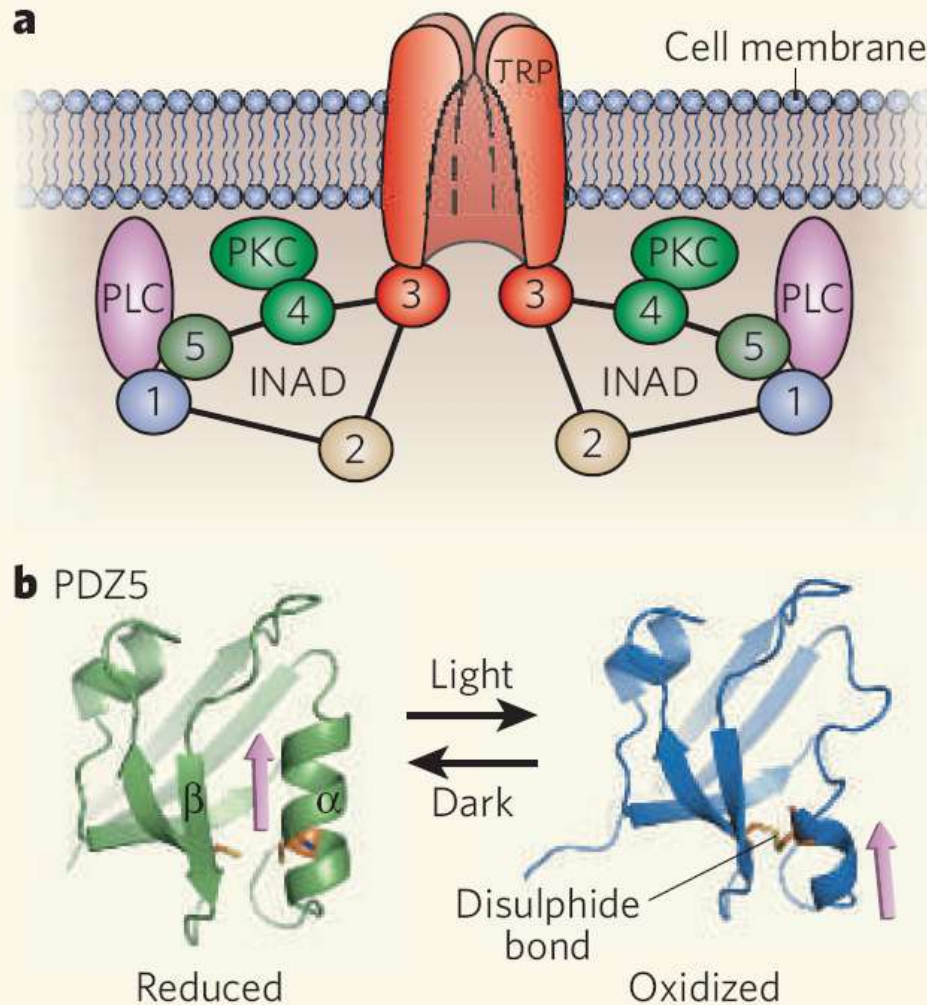
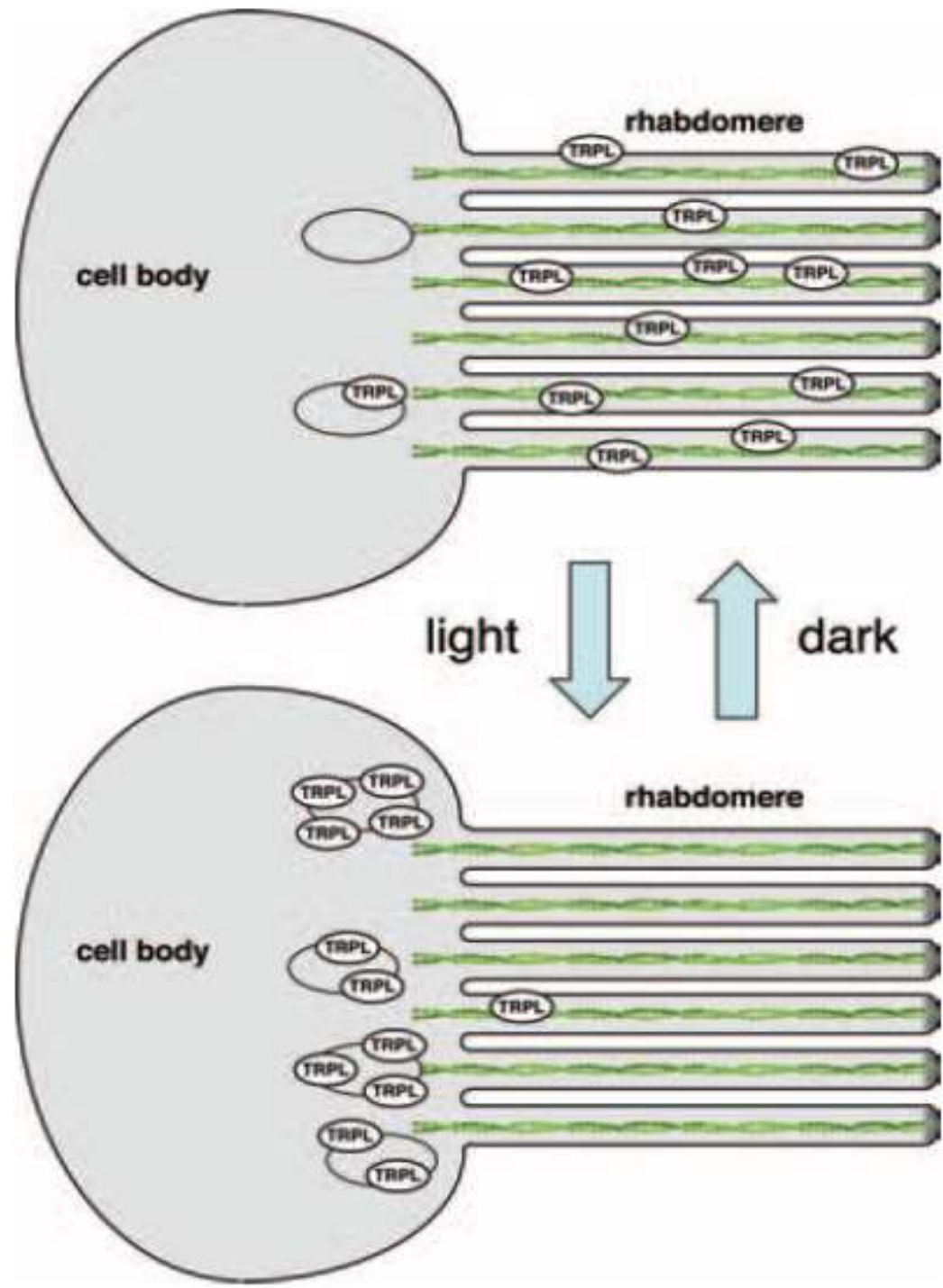


Figure 1 | Phototransduction in *Drosophila* and the INAD complex. **a**, The five PDZ domains of INAD (1–5) assemble components of the phototransduction cascade, including PLC, the TRP channel and PKC, into a signalling complex at the cell membrane. **b**, Mishra *et al.*² report that, in response to light, the PDZ5 domain of INAD undergoes a conformational change. In the dark, PDZ5 is in its canonical, reduced form, in which a groove between an α -helix and a β -sheet serves as a ligand-binding site. After stimulation with light, the PDZ5 domain undergoes a conformational change to an oxidized state, whereby the formation of a disulphide bond between two cysteine residues results in the unravelling of the α -helix and the distortion of the ligand-binding groove. Following this conformational switch, the ligand (arrowed) — putatively part of the PLC enzyme — can no longer bind. (Adapted from ref. 2.)

Drosophila jako užitečný model
zrakové transdukce:
Taková adaptace?
Translokace TRP –
mechanismus adaptace
na tmu a světlo



The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1981

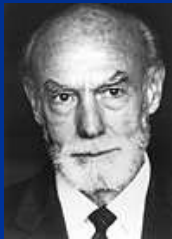


David Hubel's web page

<http://hubel.med.harvard.edu/index.html>

"for his discoveries concerning the functional specialization of the cerebral hemispheres"

"for their discoveries concerning information processing in the visual system"



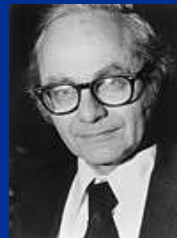
Roger W. Sperry

1/2 of the prize

USA

California Institute of Technology
Pasadena, CA, USA

b. 1913
d. 1994



David H. Hubel

1/4 of the prize

USA

Harvard Medical School
Boston, MA, USA

b. 1926
(in Windsor, ON, Canada)



Torsten N. Wiesel

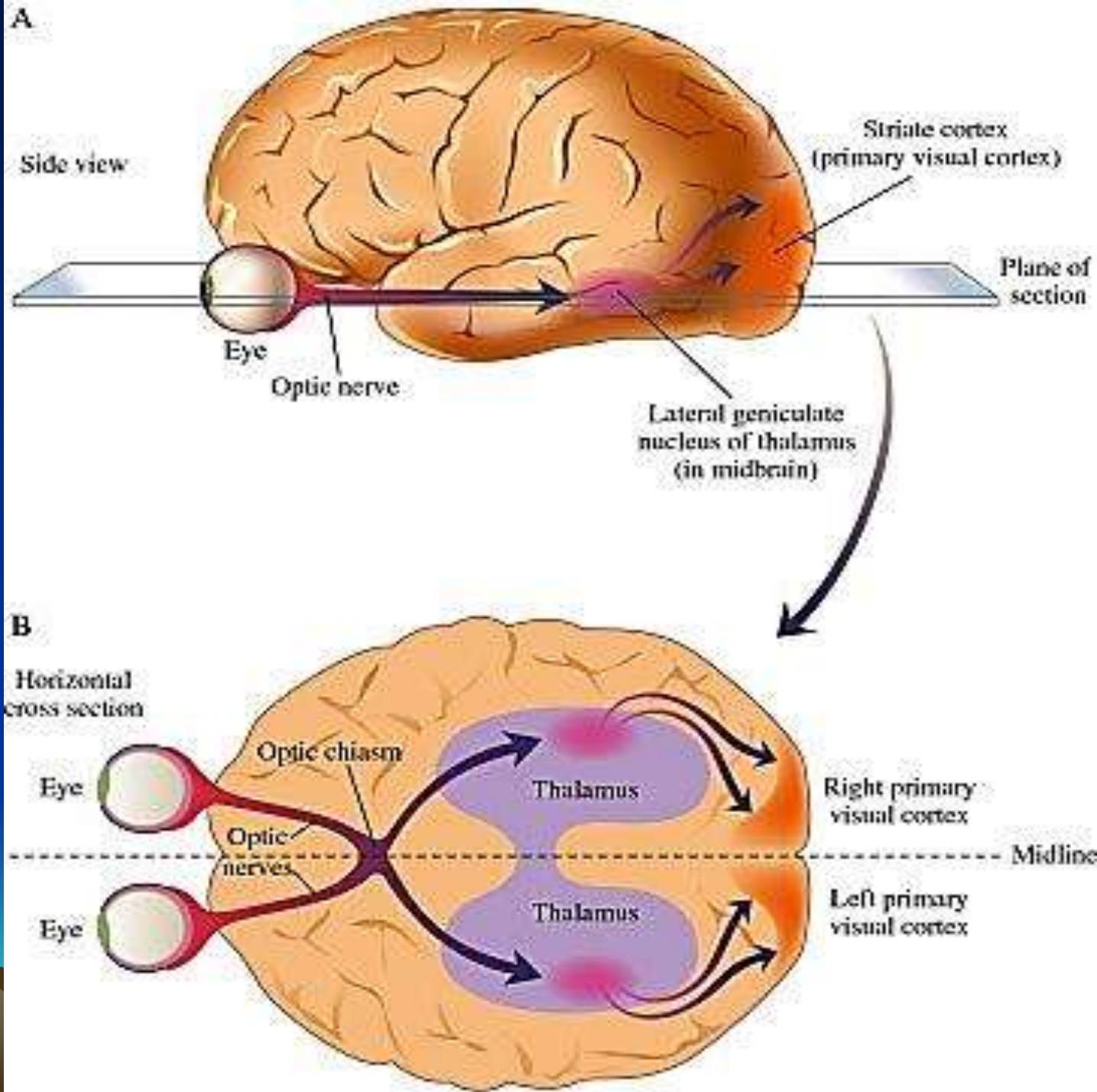
1/4 of the prize

Sweden

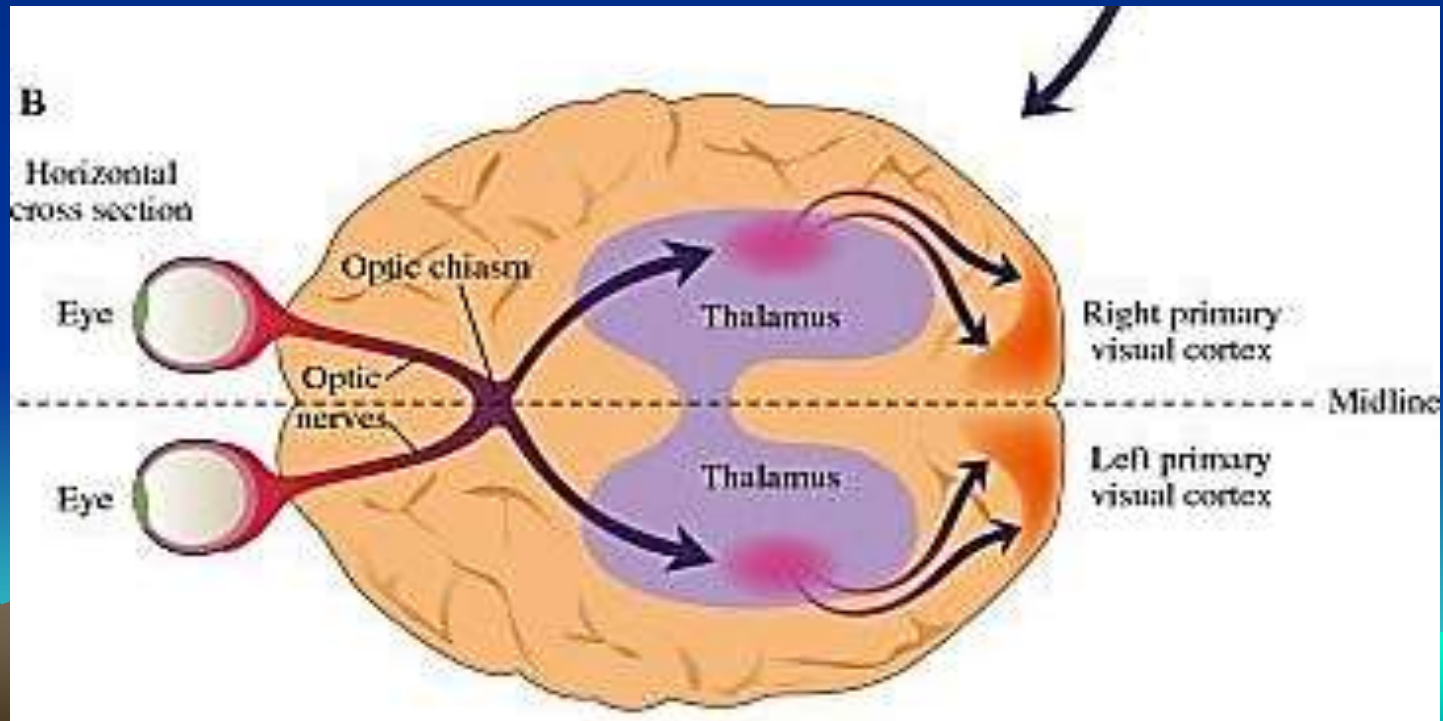
Harvard Medical School
Boston, MA, USA

b. 1924

Zraková dráha



Většina vláken zrakového nervu končí v **corpus geniculatum laterale** (CGL) v talamu, ostatní ve středním mozku (tektum, čtverohrbolí, *superior colliculus*). CGL je po sítnici dalším místem, kde nastává zpracování vizuálních informací před jejich vstupem do primární zrakové kůry v týlním laloku. Z CGL vstupují nervové signály do primární zrakové kůry v týlním (okcipitálním laloku). K nejsložitější abstrakci vizuálních informací dochází v tzv. Vizuální asociační oblasti - sekundární a terciární zraková kůře ve spánkovém (temporálním) a temenním (parietálním) laloku.



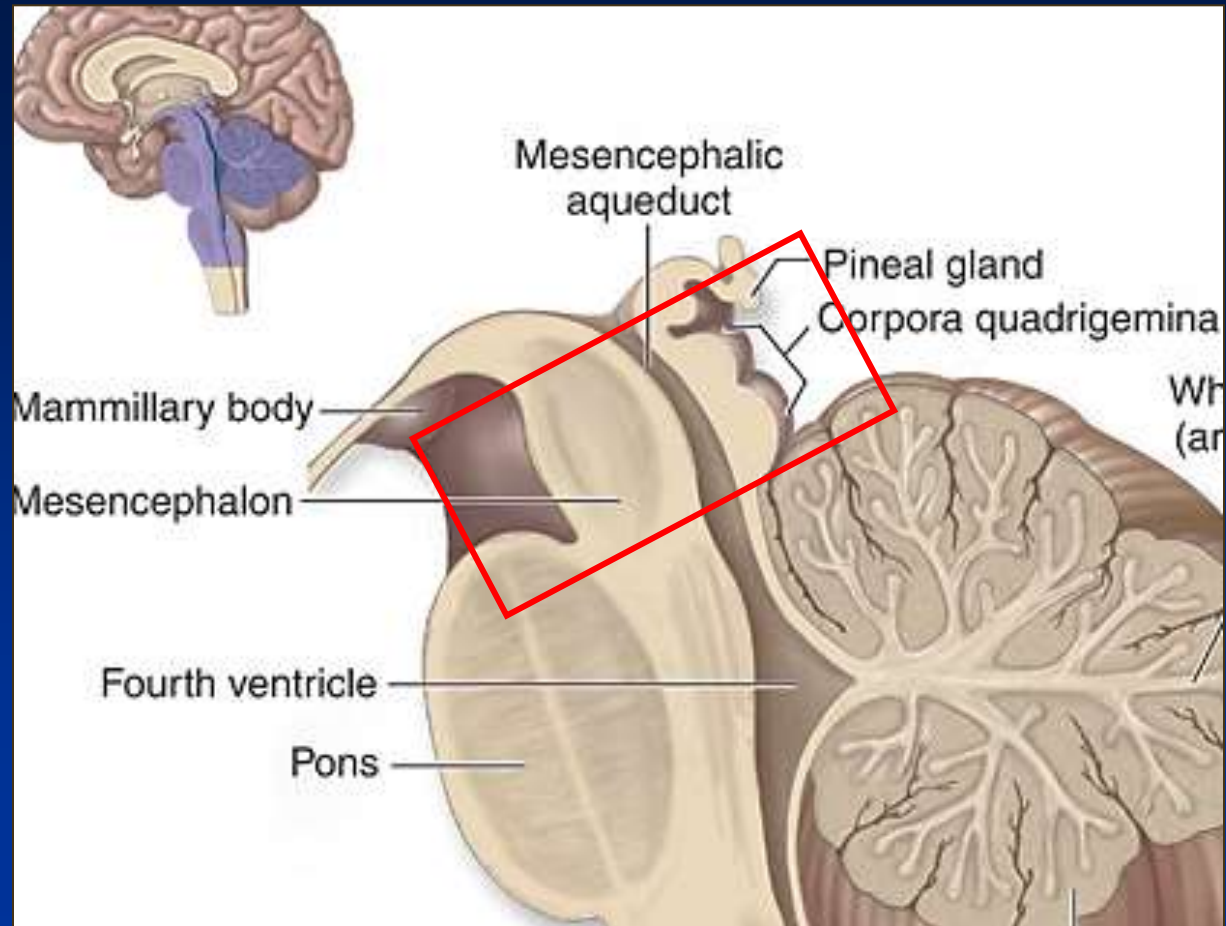
Mezencefalon -
Střední mozek:
Původně
sensorické, asociační
a motorické centrum

Savci: Tegmentum, Tectum
- střecha (čtverohrbolí)

Tectum:
Superior colliculus -
dříve zrakový nerv, pak
zrakové prostorové reflexy

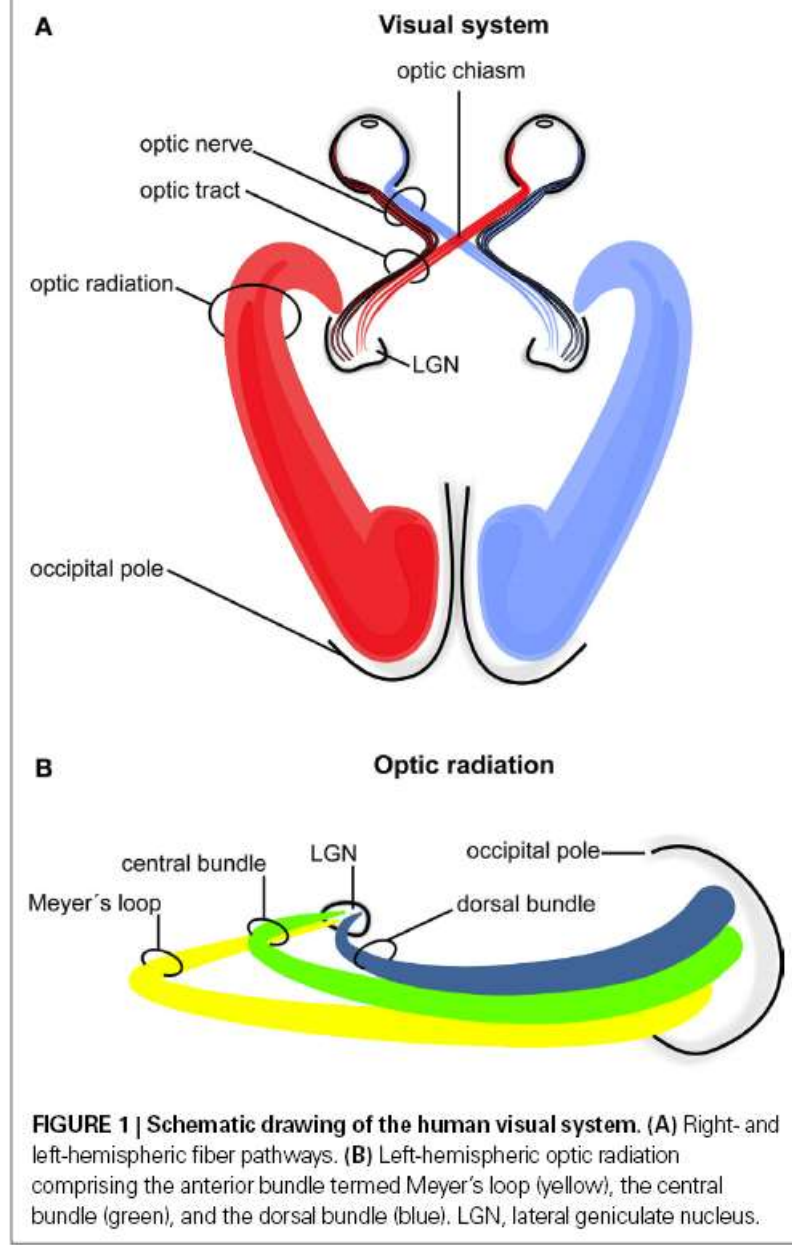
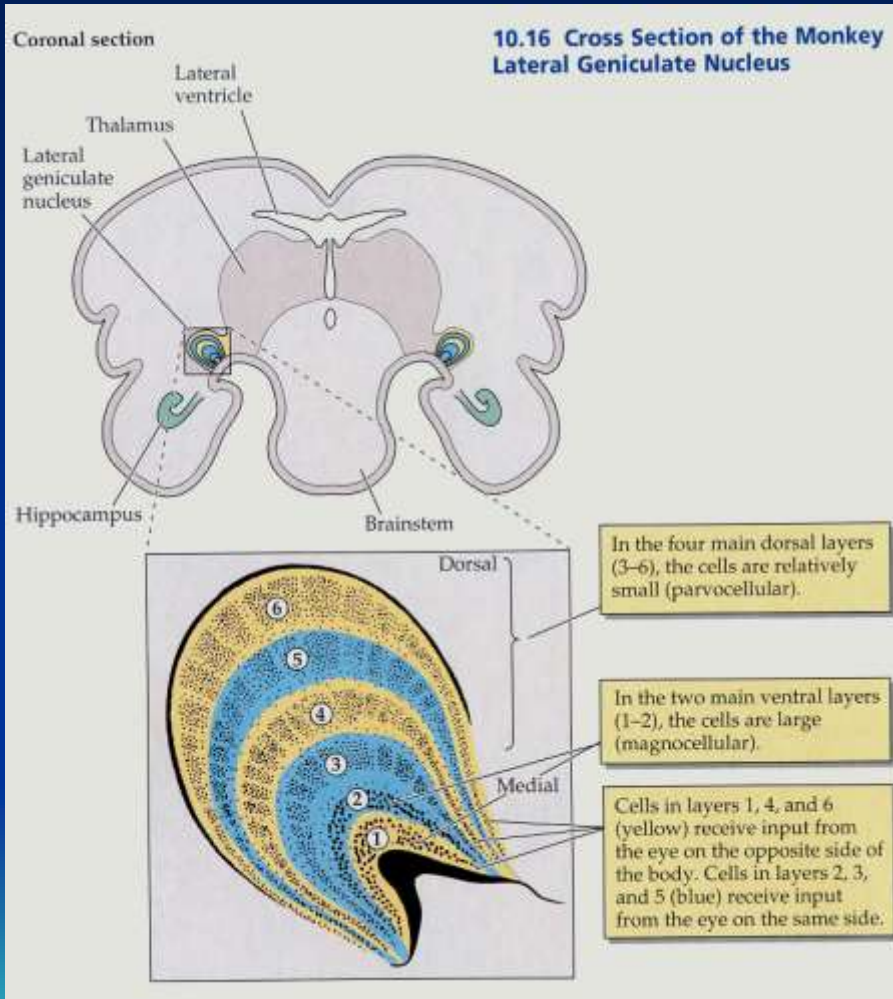
Inferior colliculus -
sluchové reflexy

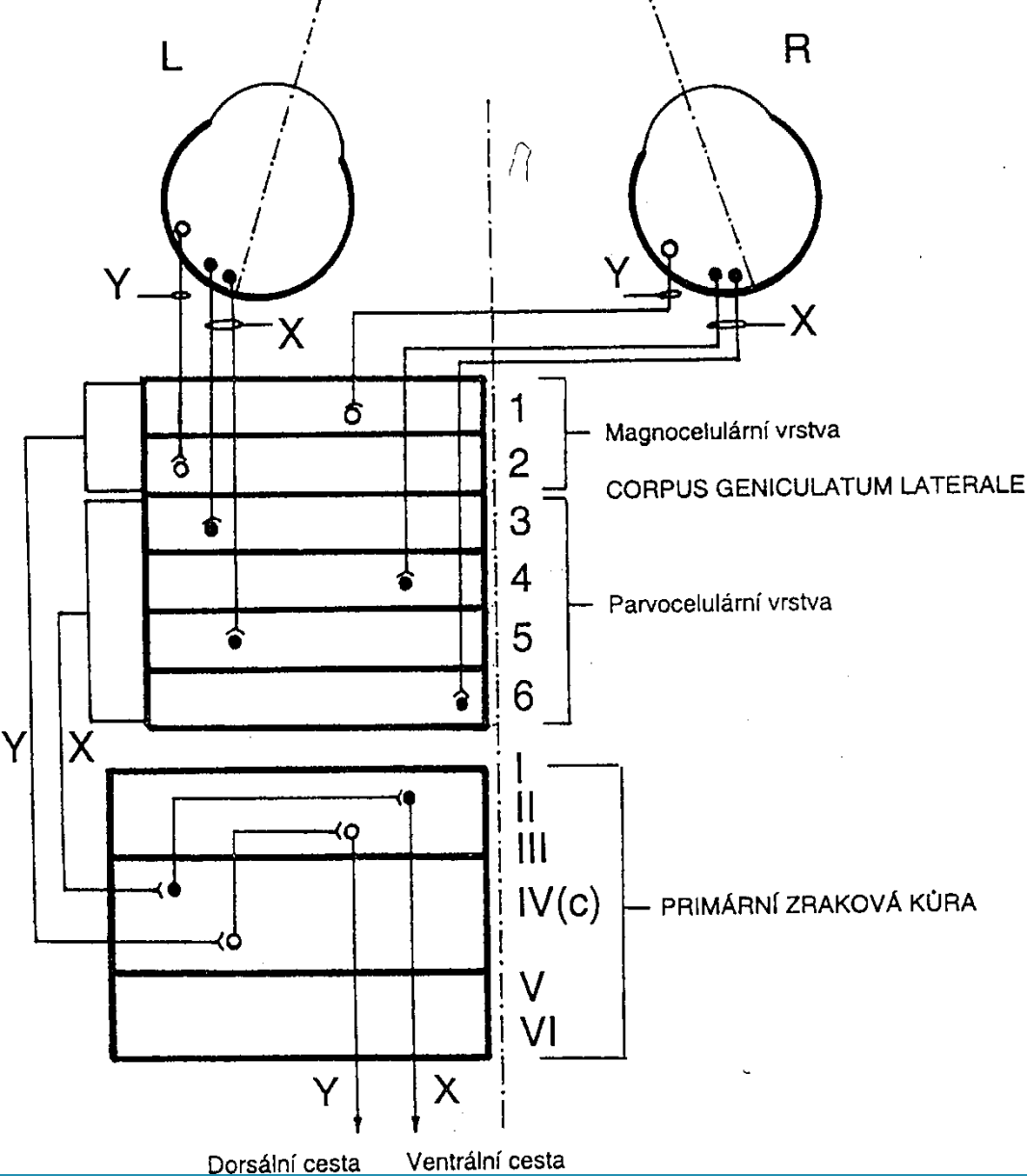
n.okohybný
n.kladkový



Zraková dráha

LGN – 6 vrstev, po sítnici další zpracování zrkové radiace





Dvě samostatné sub-dráhy od sítnice až po kůru.

Parvocelulární – jemné rozlišování tvaru a barev

Magnocelulární – pohyb a orientace

Identifikace x lokalizace

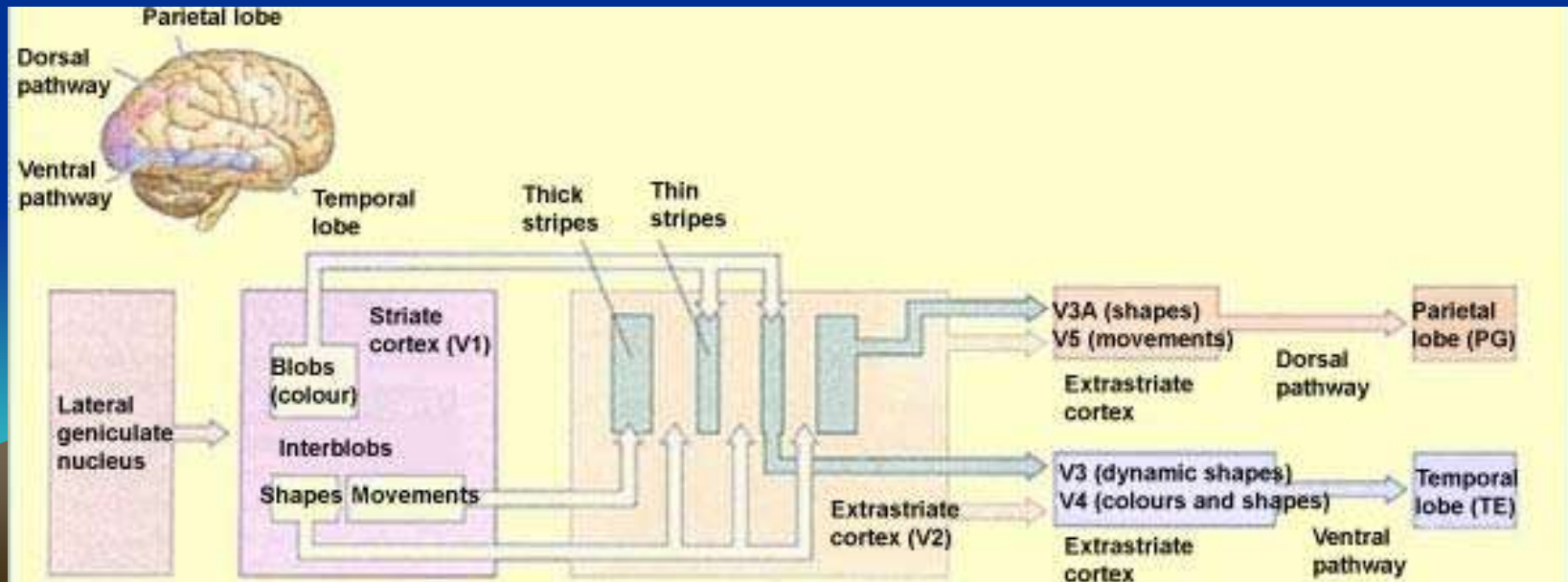
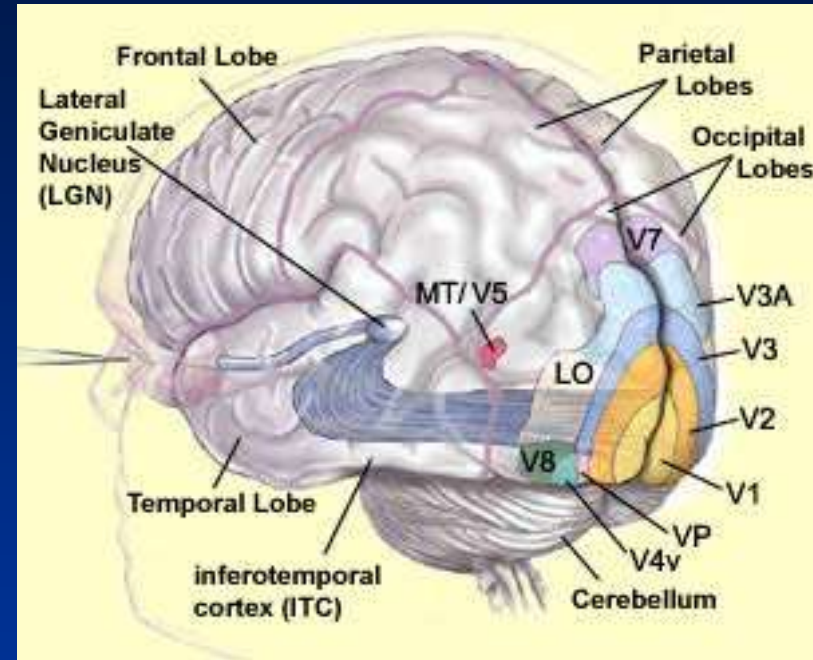
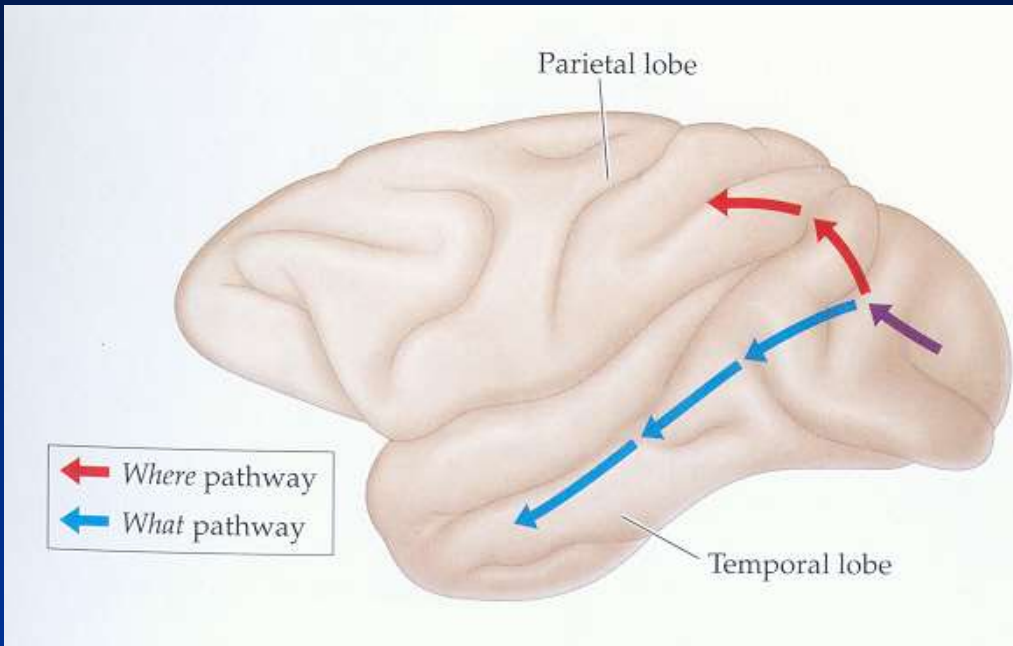
X - 80% gangliových bb

Y – 10% g.b.

W - 10% g.b. – pohyby očí

Některé se kříží, jiné ne.

Z primární zrkové kúry dvě cesty: *Kde* dráha a *Co* dráha



Koncept rysových analyzátorů – narůstající komplexnost obrazců od sítnice po sek. kůru. Od bodů po tváře v X dráze. Podobně i rysy pohybových vlastností v Y dráze.

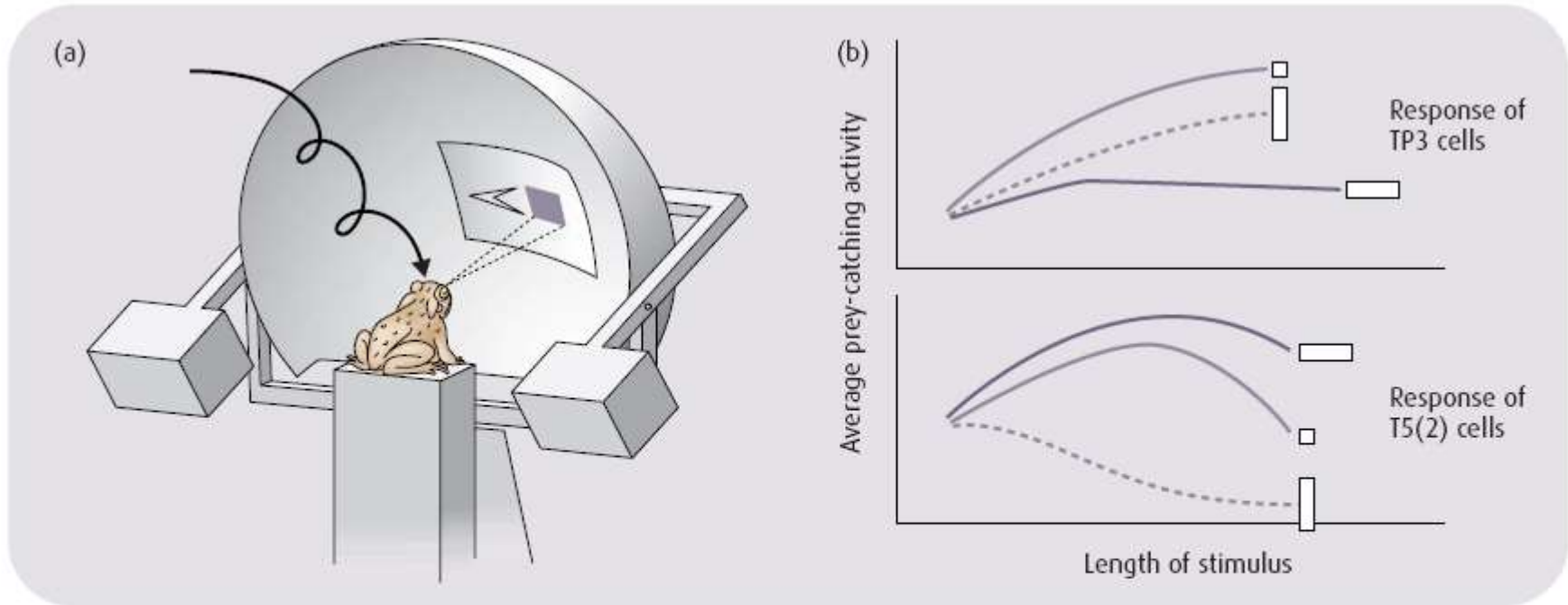
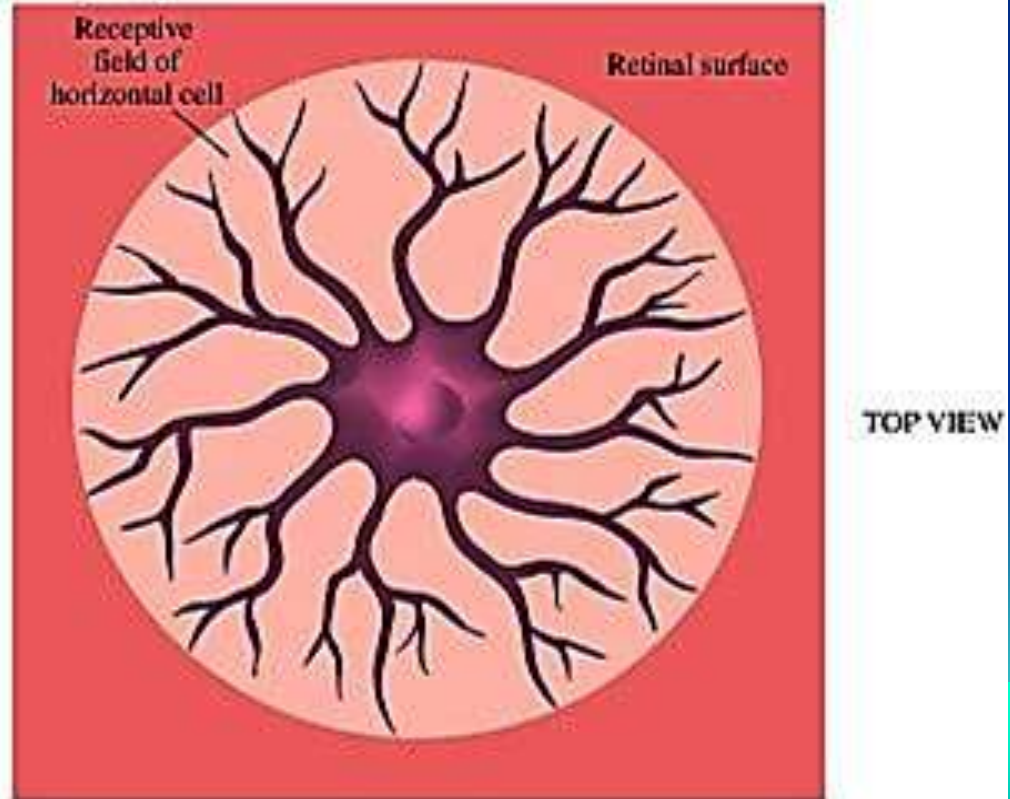
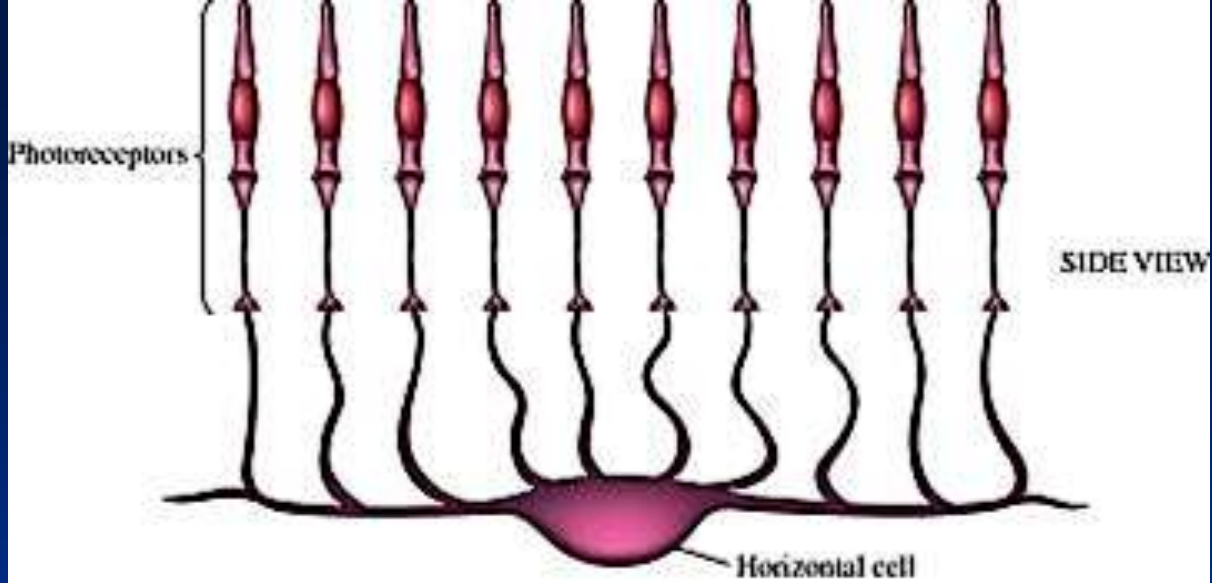
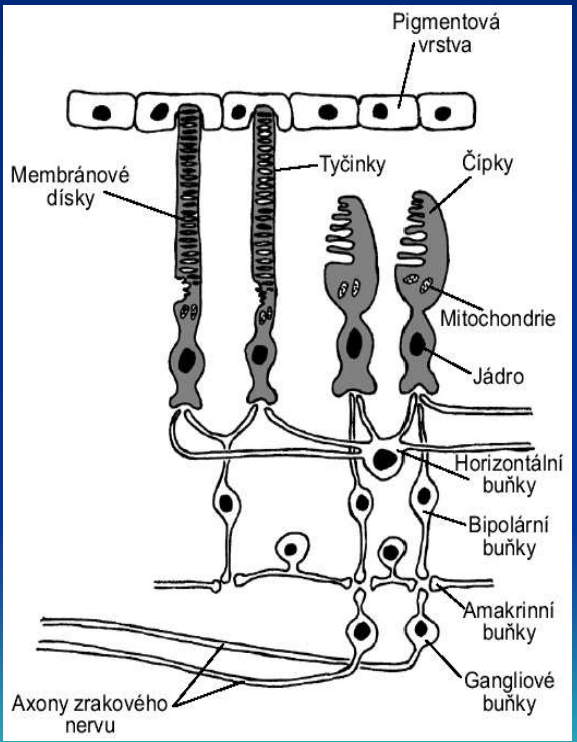
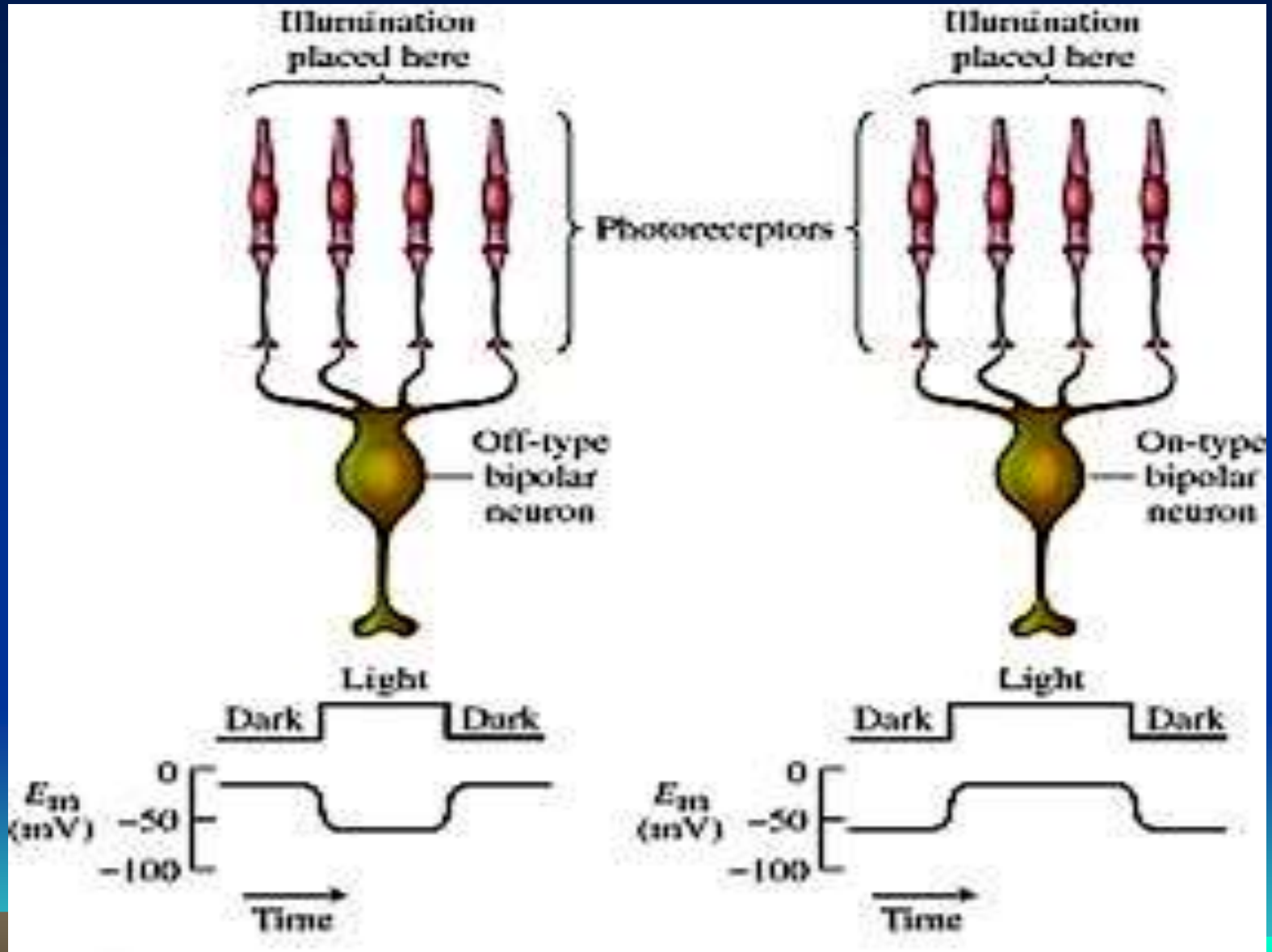


Fig. 2.9 (a) Measuring the response of TP3 and T5(2) cells. (b) Comparison of the behavioral response of a toad to varying moving stimuli with the activity of the animal's TP3 and T5(2) cells. Refer back to Fig. 2.6 to compare these patterns to the behavior of the toad. (From Ewart J-P. & von Wietershein, A. (1974) Pattern analysis by tectal and thalamus/pretectal nerve nets in the visual system of the toad *Bufo bufo* (L.). *Journal of Comparative Physiology*, 92, 131–48. Reproduced with permission of Springer-Verlag.)

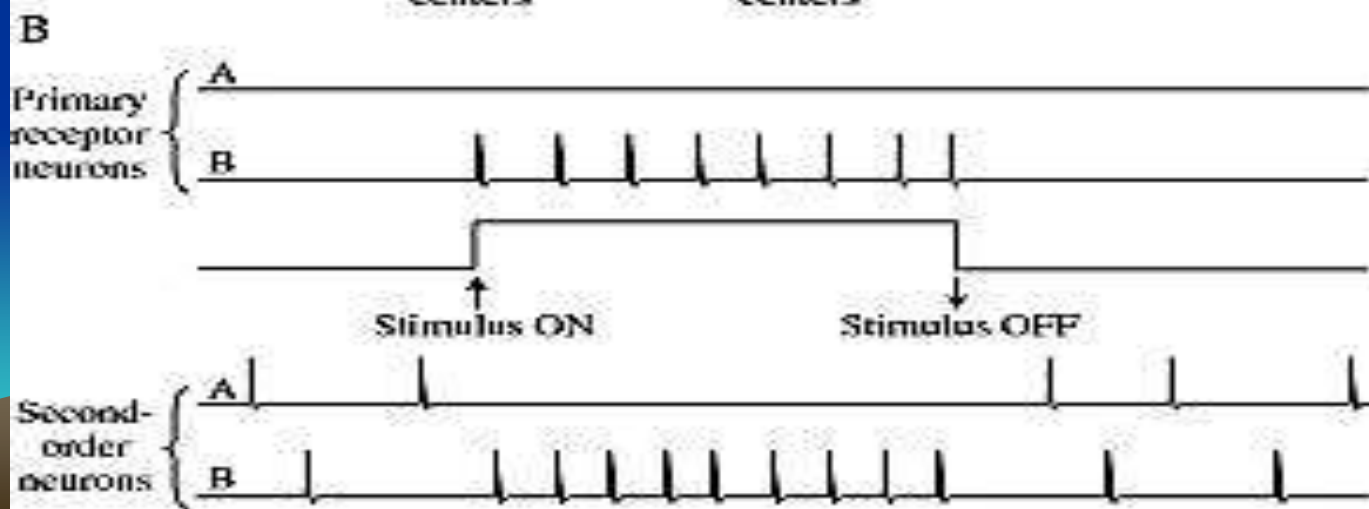
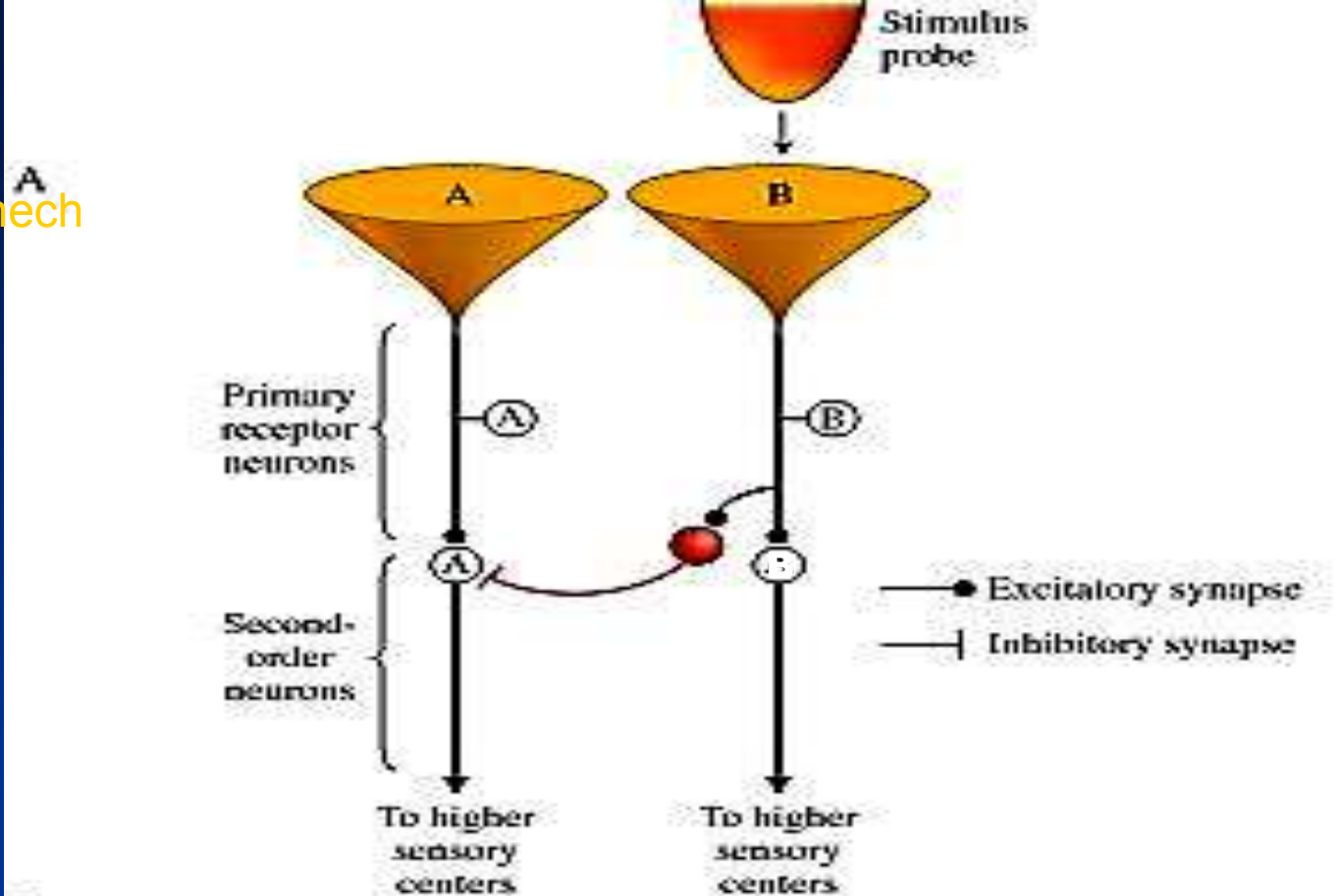
Receptivní pole ve zrakovém systému – primární rysový analyzátor



ON a OFF typy bipolárních neuronů.



Laterální inhibice:
Na sekundárních neuronech
je zesílen kontrast. Silný
posílí, slabý oslabí



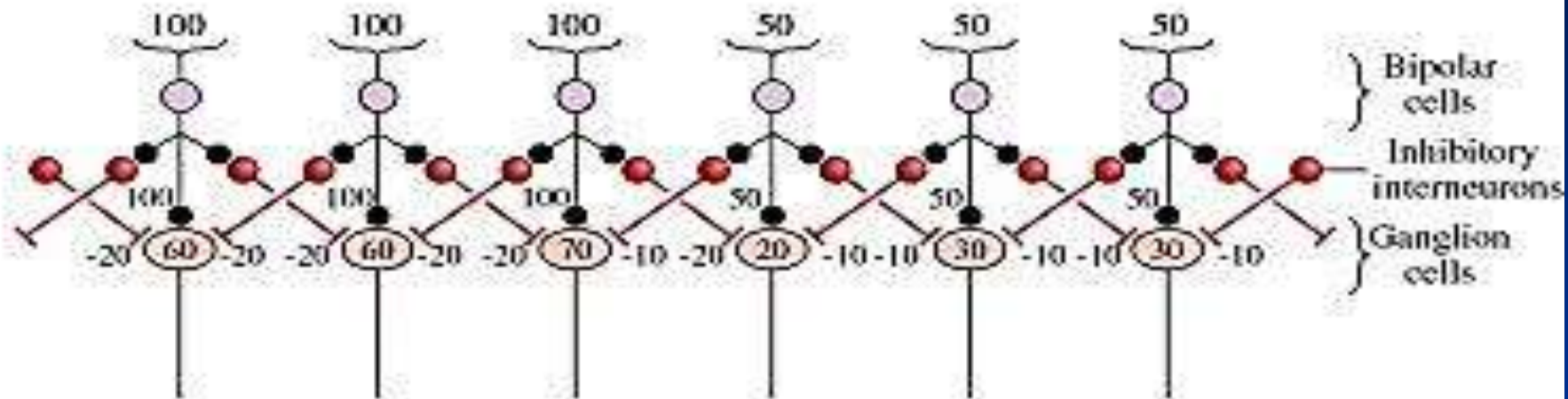
A

100 units

50 units

Light intensity

Laterální inhibice:
Na sekundárních neuronech
je zesílen kontrast.



B

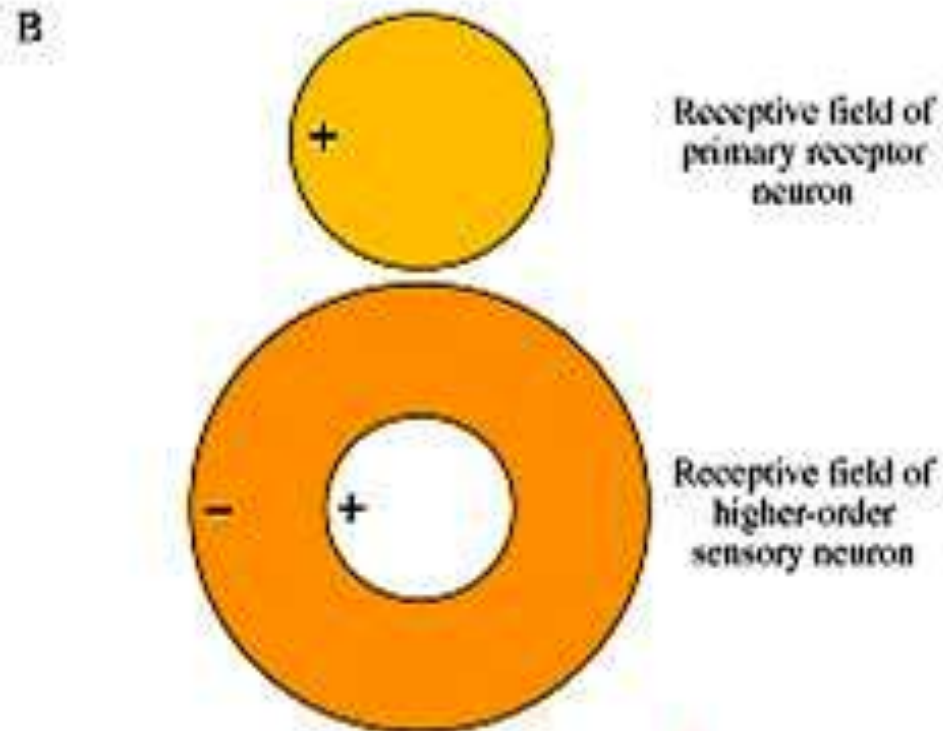
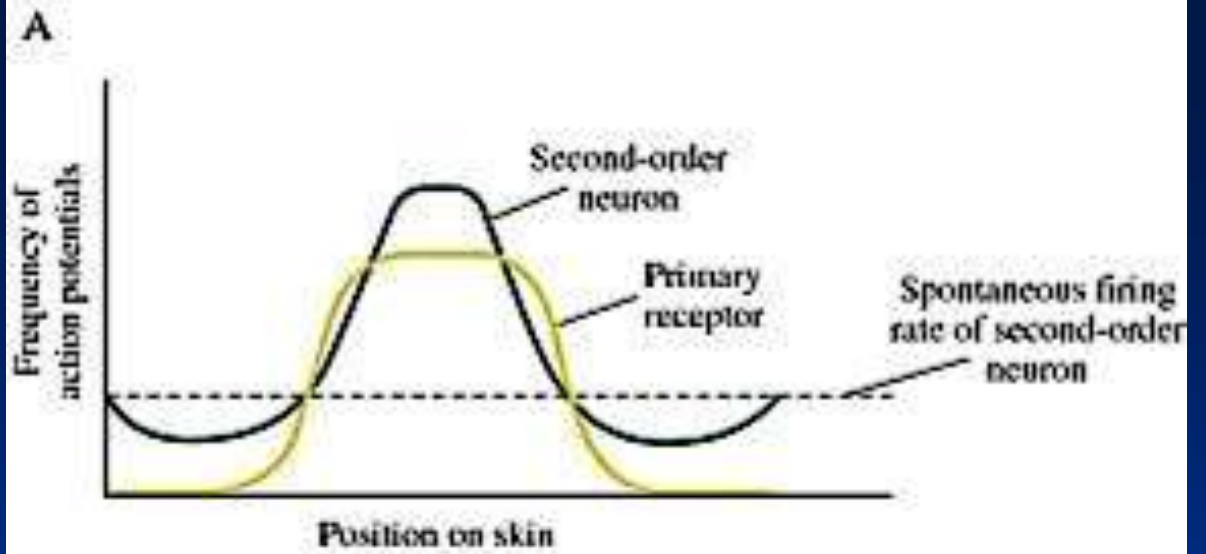
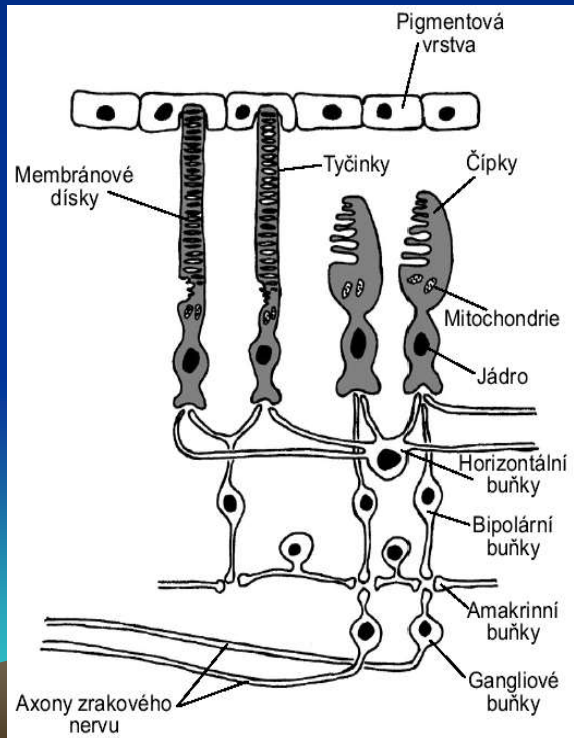
Firing rate of ganglion cell
(arbitrary units)50
0

Excitatory connection
(gain = +1.0)
Inhibitory connection
(gain = -0.2)

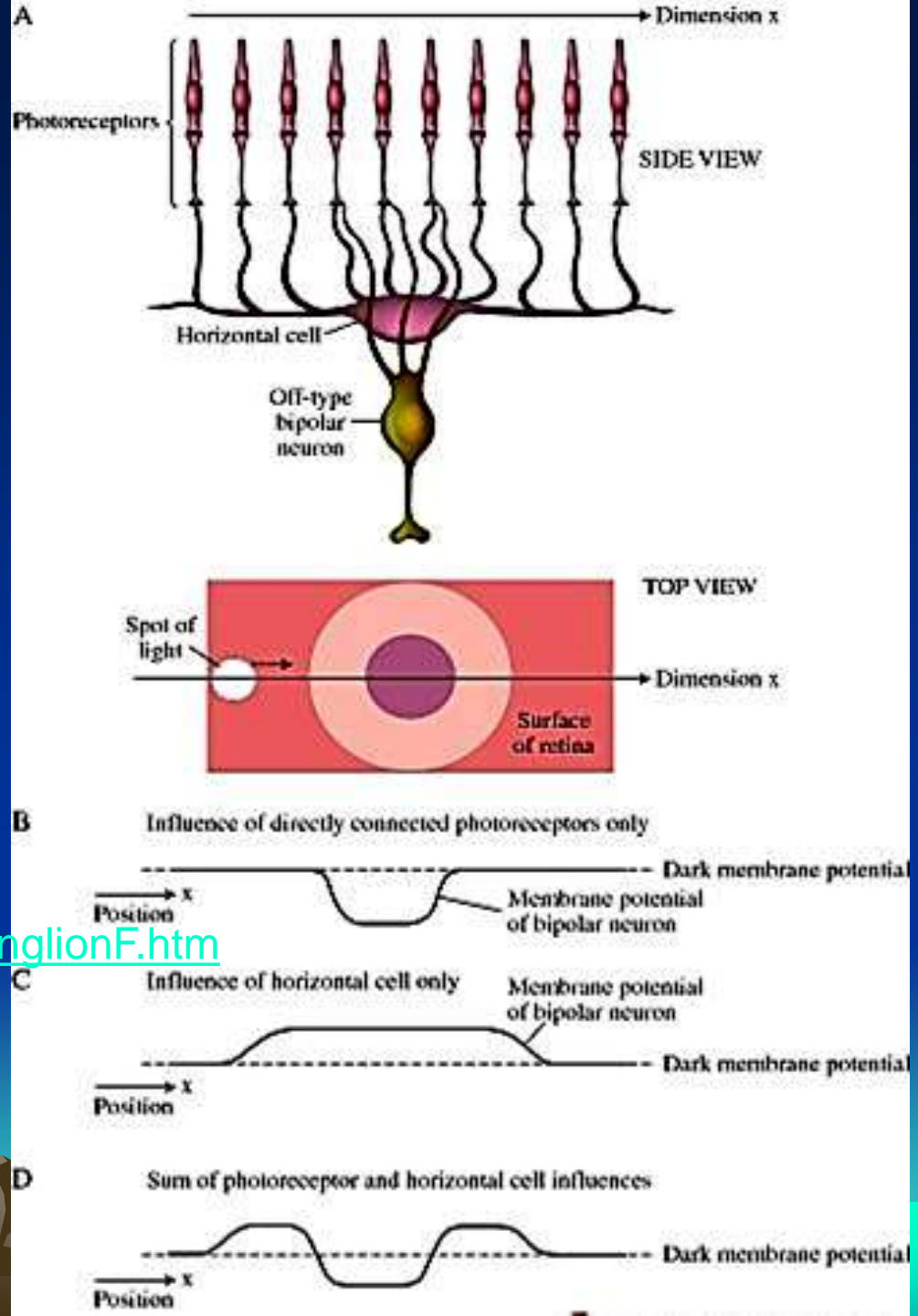
C

Perceived
brightnessHigh
Low

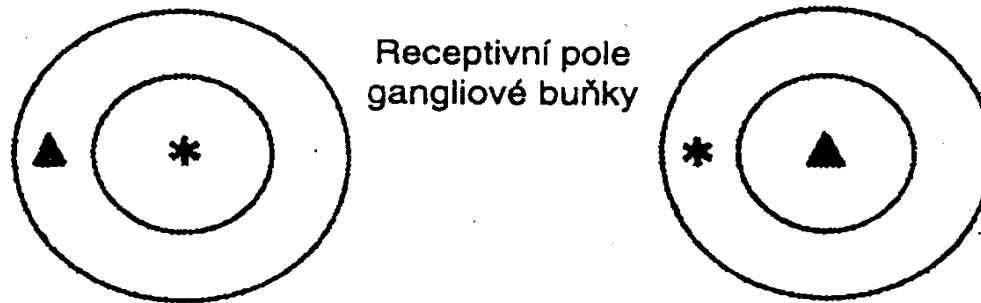
Laterální inhibice:
 Na sekundárních neuronech
 je zesílen kontrast.
 Změna velikosti a struktury
 receptivního pole. Bipolární
 (gangliové) buňky jsou první
 rysové analyzátoři



Laterální inhibice:
 Na sekundárních neuronech
 je zesílen kontrast.
 Změna velikosti a struktury
 receptivního pole.
 Bipolární (gangliové) buňky jsou první
 rysově analyzátoři



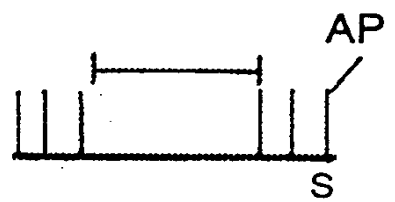
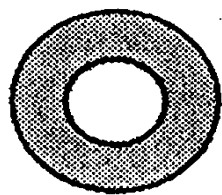
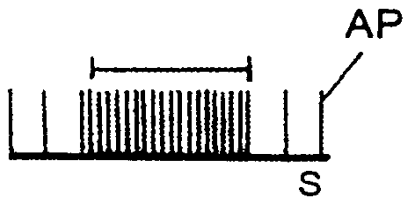
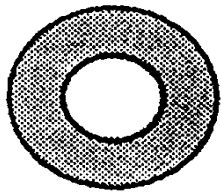
<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap2/ganglionF.htm>



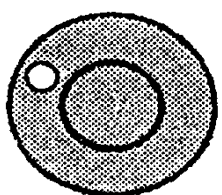
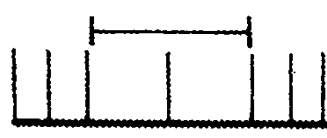
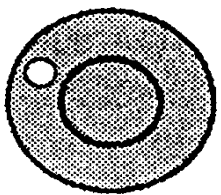
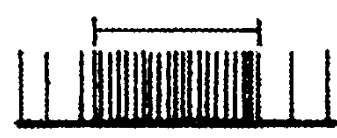
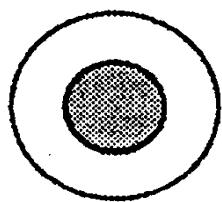
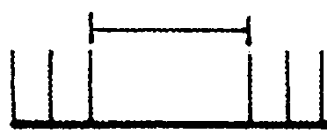
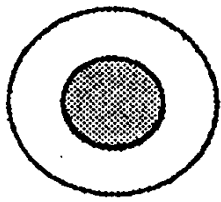
ON-centrum

OFF-centrum

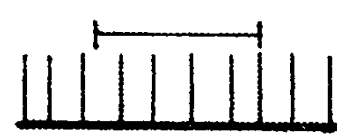
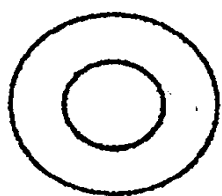
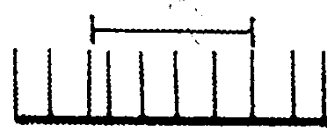
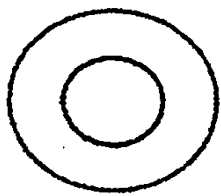
osvětlení
centra
světelnou
skvrnou



osvětlení
periferie
světelným
prstencem
nebo
skvrnou

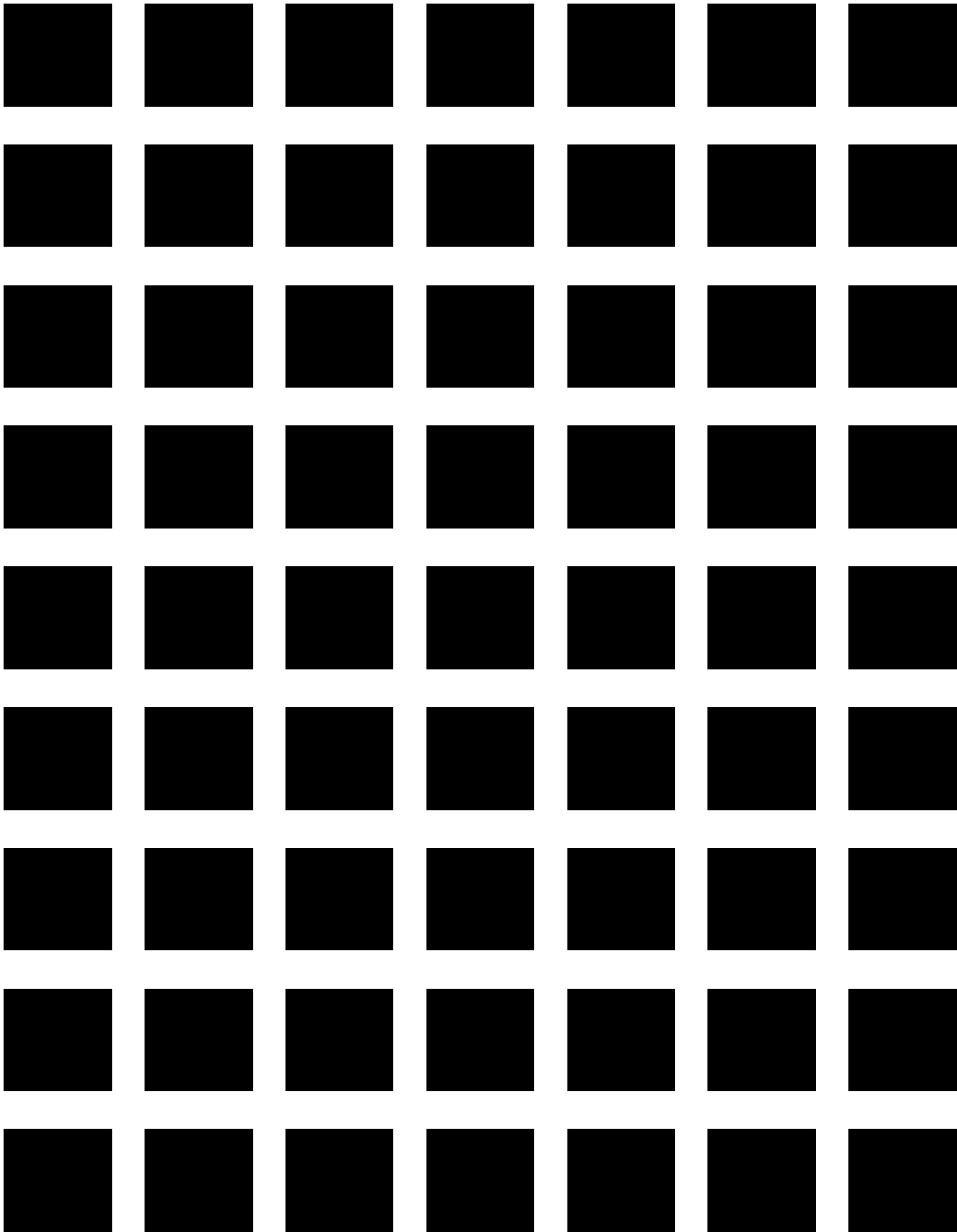


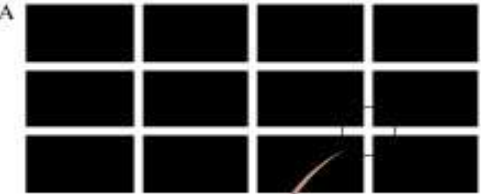
difusní
osvětlení



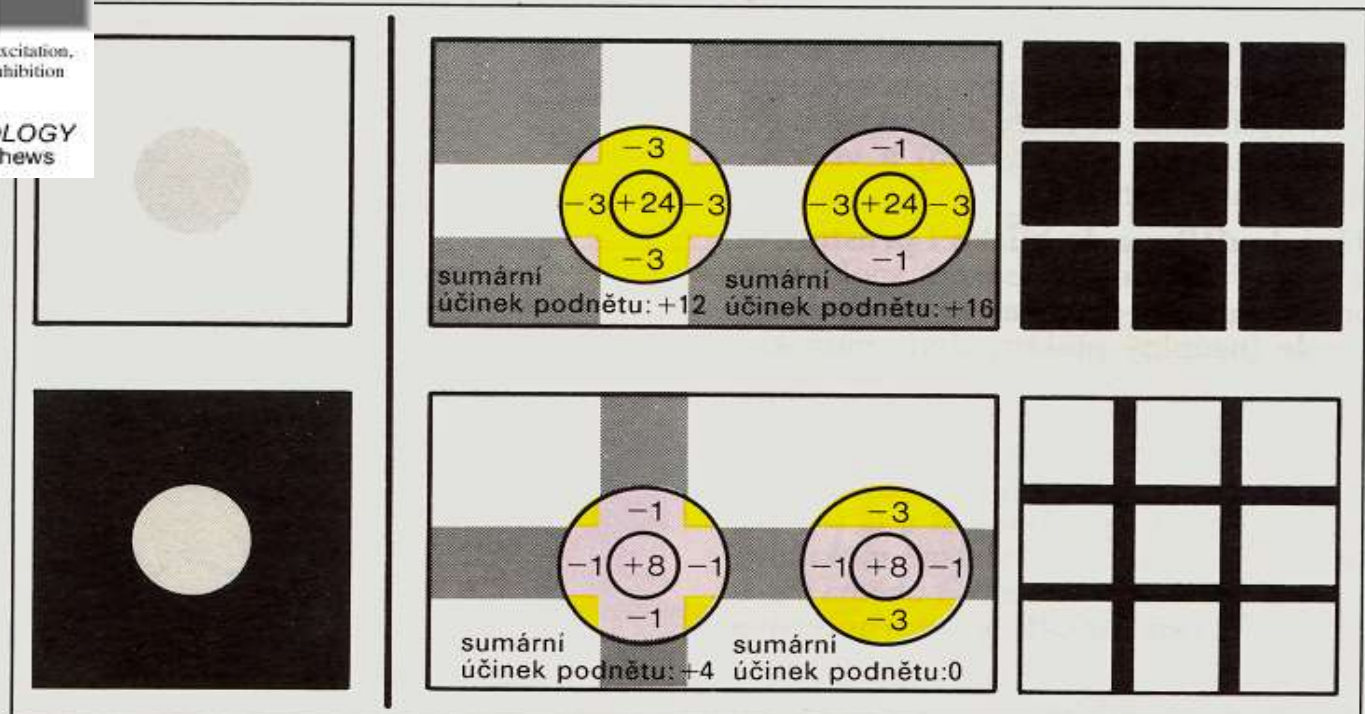
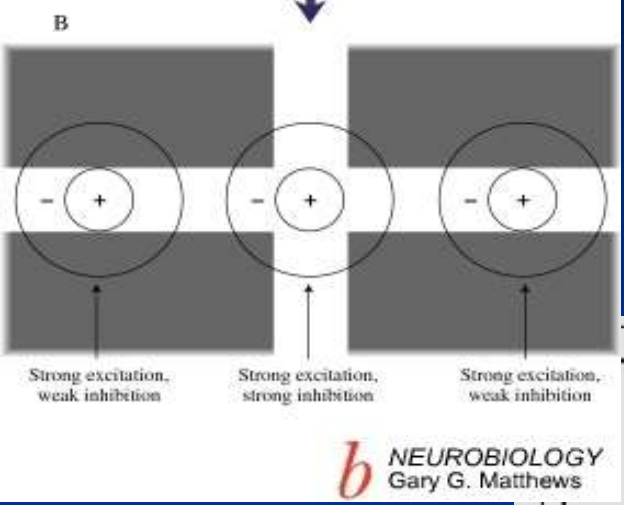
Záznam elektrické aktivity gangliových buněk sítnice s ON a OFF centrem při osvětlení jednotlivých částí jejich receptivního pole. Úsečka nad záznamem elektrické aktivity značí trvání osvětlení v sekundách.
 AP – potenciál. * – excitační zóna ▲ – inhibiční zóna

Proč ty šedé flíčky?



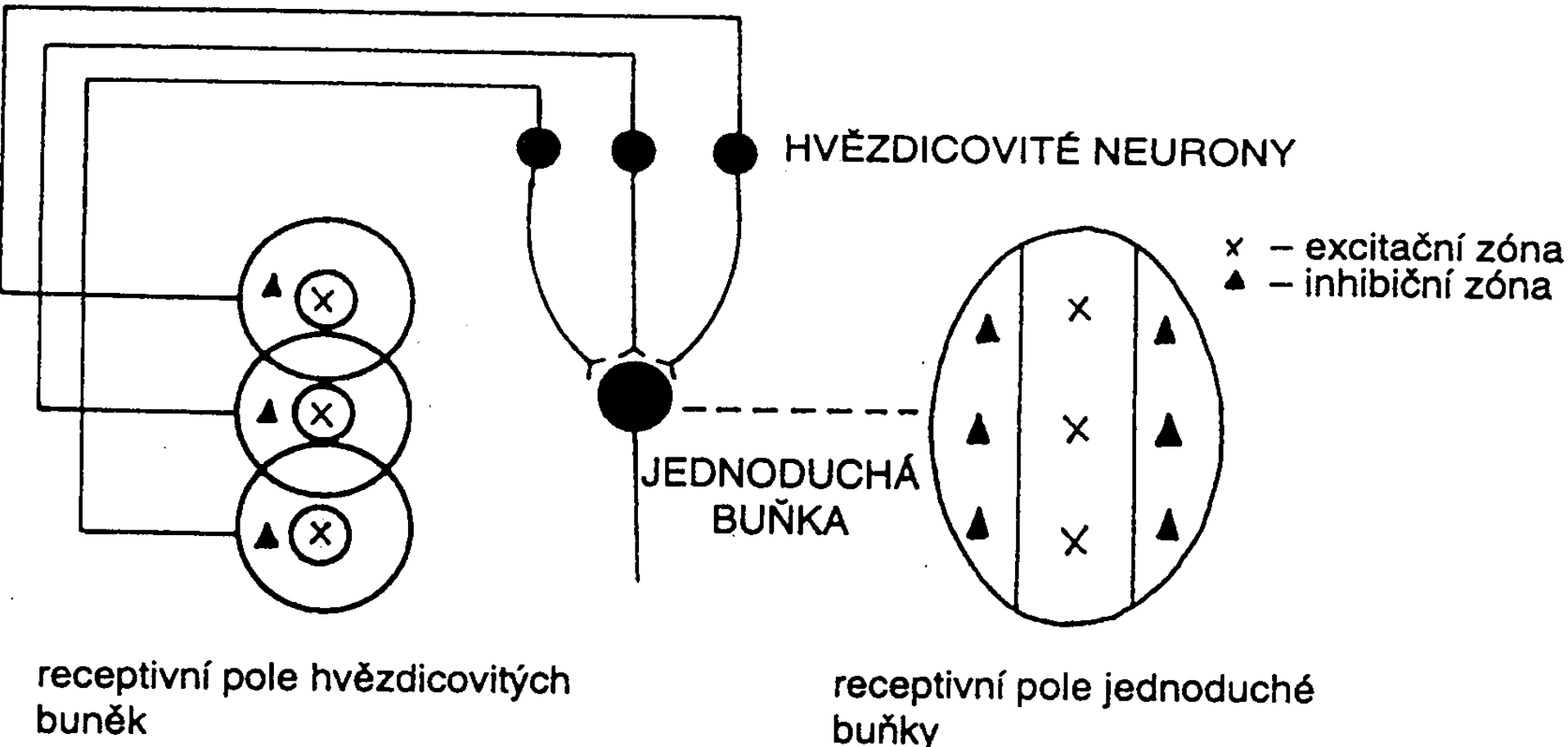


Proč ty šedé flíčky?
Vysvětlení přes recepční pole gangliových buněk.

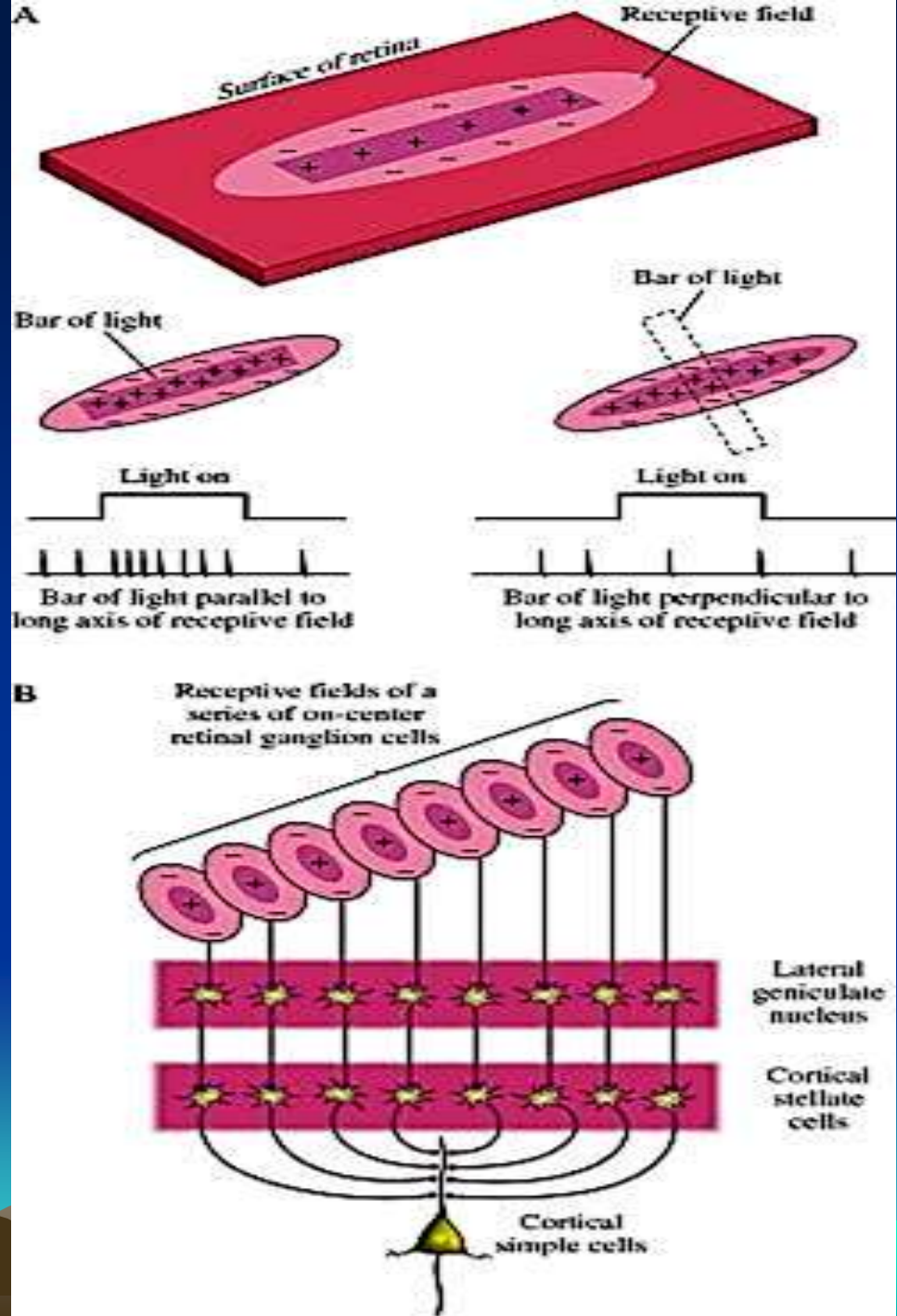


C. Kontrast pomocí recepčního pole (on-centrum)

Skládání recepčních polí. Hvězdicové a jednoduché buňky IV. korové vrstvy primární zrakové oblasti.

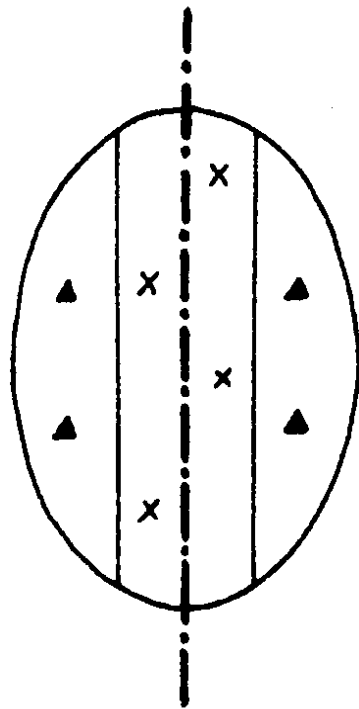


Jednoduchá buňka „měří“
sklon svého kontrastního pruhu

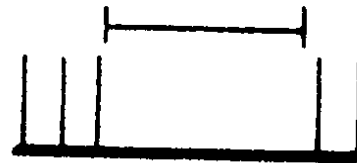
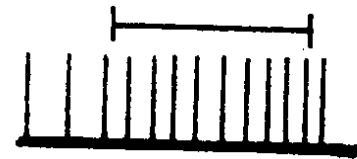
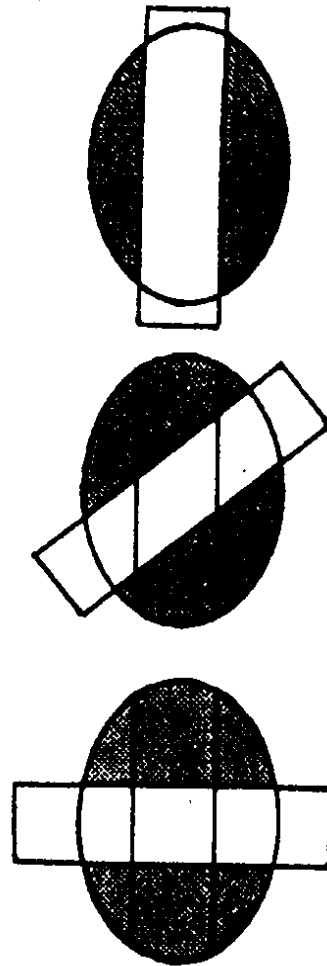


Jednoduchá buňka „měří“ pozici a sklon svého kontrastního pruhu

Receptivní pole
jednoduché buňky



světelný
pruh

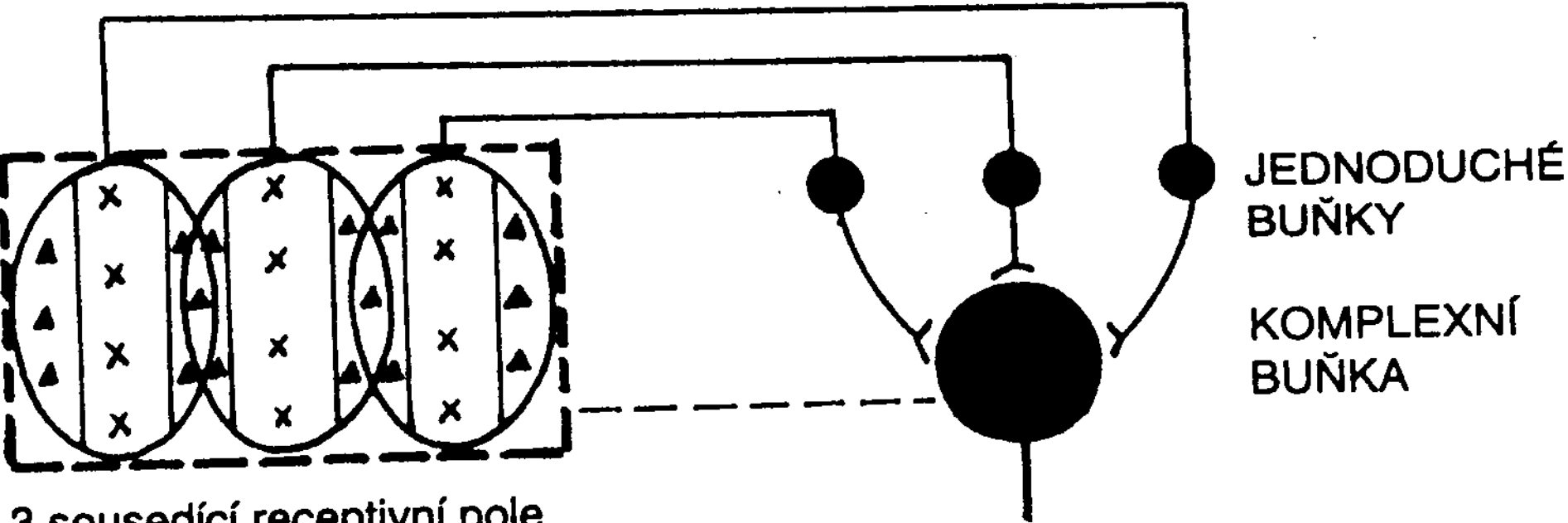


Vliv orientace vizuálního podnětu na elektrickou aktivitu jednoduché buňky. Úsečka nad záznamem elektrické aktivity značí trvání osvětlení v sekundách. AP – akční potenciál.

x – excitační zóna ▲ – inhibiční zóna

Komplexní buňka nemá jasně vyhraněnou excitační a inhibiční oblast - „měří“ sklon kontrastního pruhu bez ohledu na pozici na sítnici.

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap3/striaterfF.htm>



3 sousedící receptivní pole jednoduchých buněk. V rámečku zformované receptivní pole komplexní buňky.

⊗ – excitační zóna ⊙▲ – inhibiční zóna

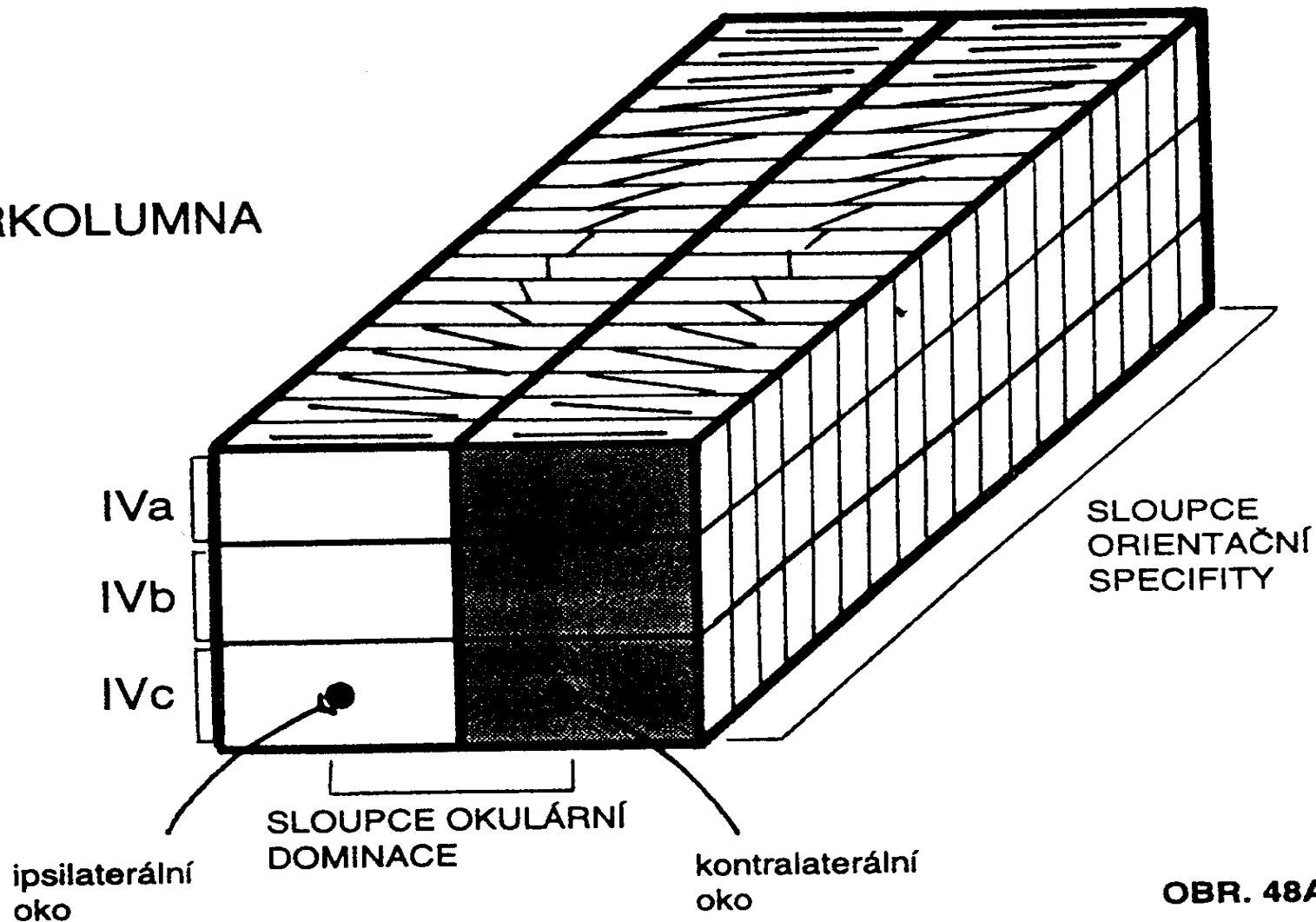
JEDNODUCHÉ
BUŇKY

KOMPLEXNÍ
BUŇKA



Komplexní orientačně selektivní buňky primární kůry tvoří mozaiku nebo „klávesnici“ podobnou tonotopické.

HYPERKOLUMNA

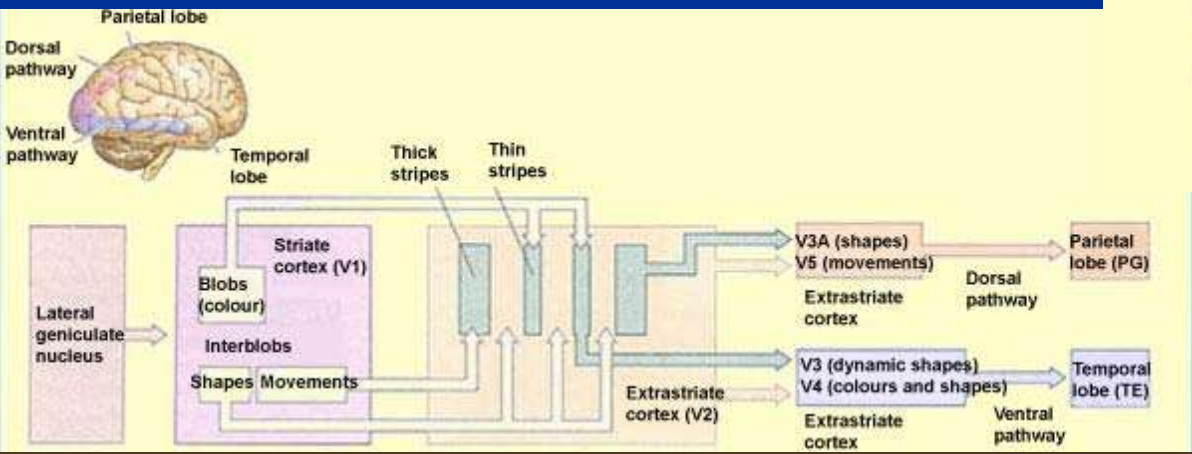
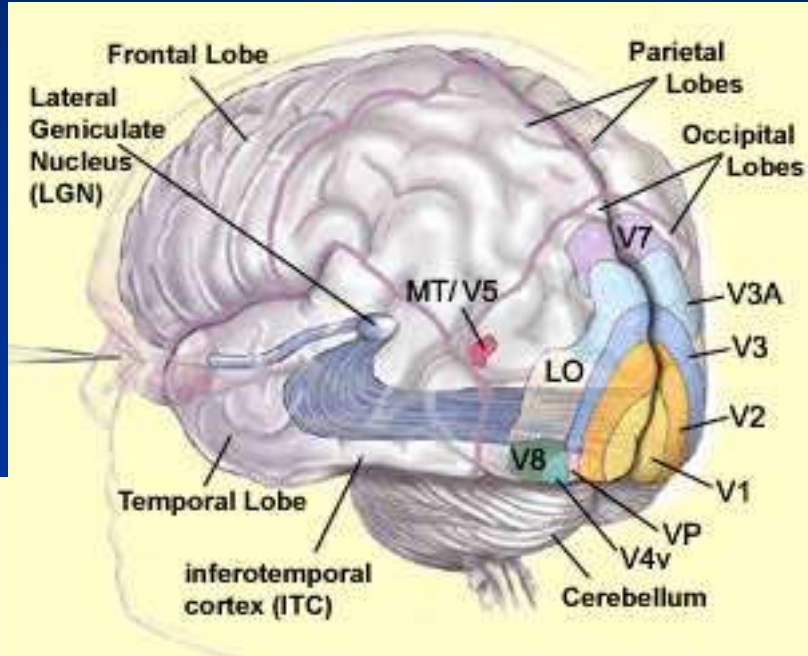


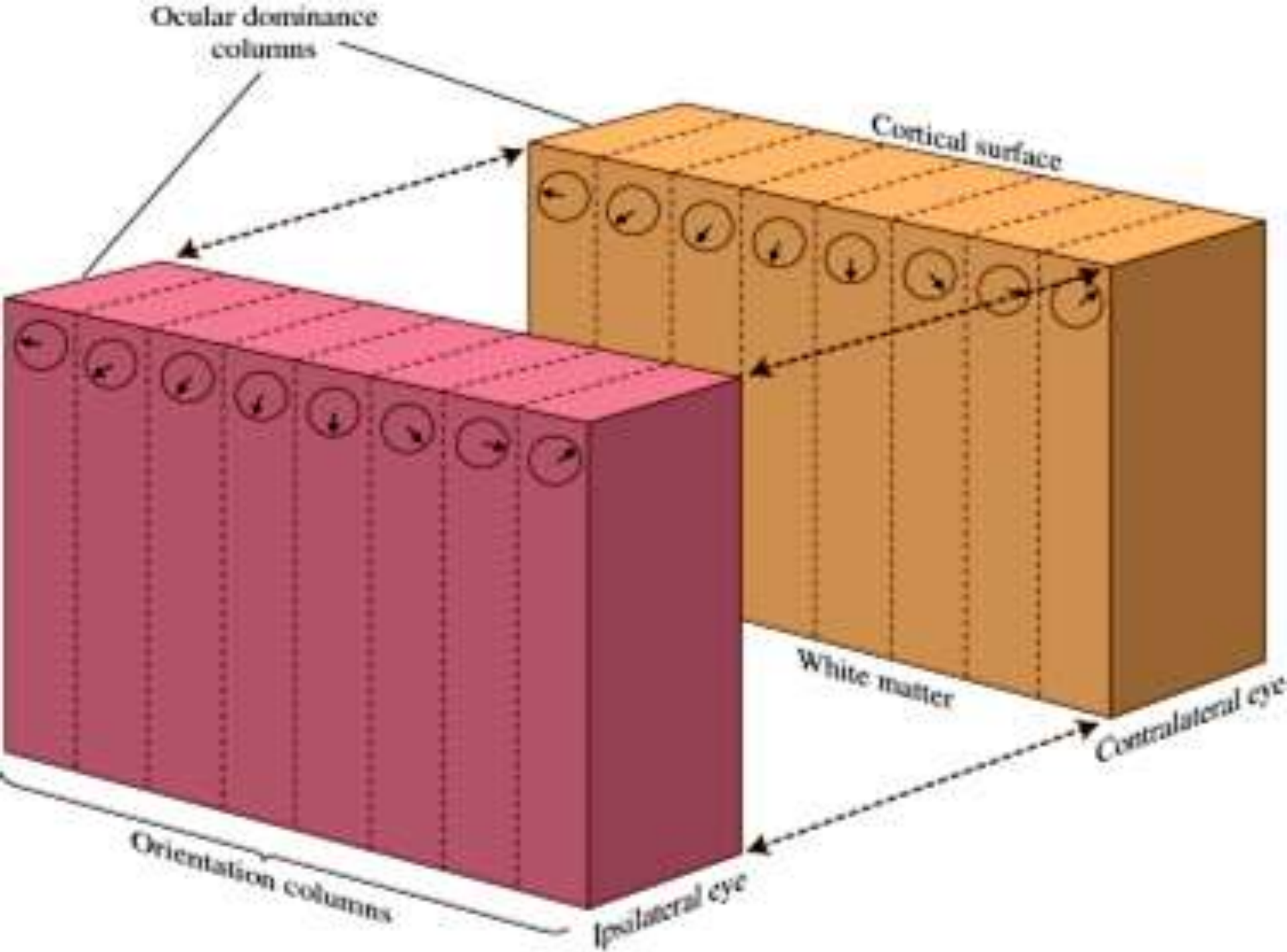
OBR. 48A

Sloupce okulární dominance jsou charakteristicky organizovány jako sloupečky kolmé k povrchu kůry. Sousedící proužky obsahují neurony, jejichž receptivní pole jsou lokalizována v identických místech sítnic.

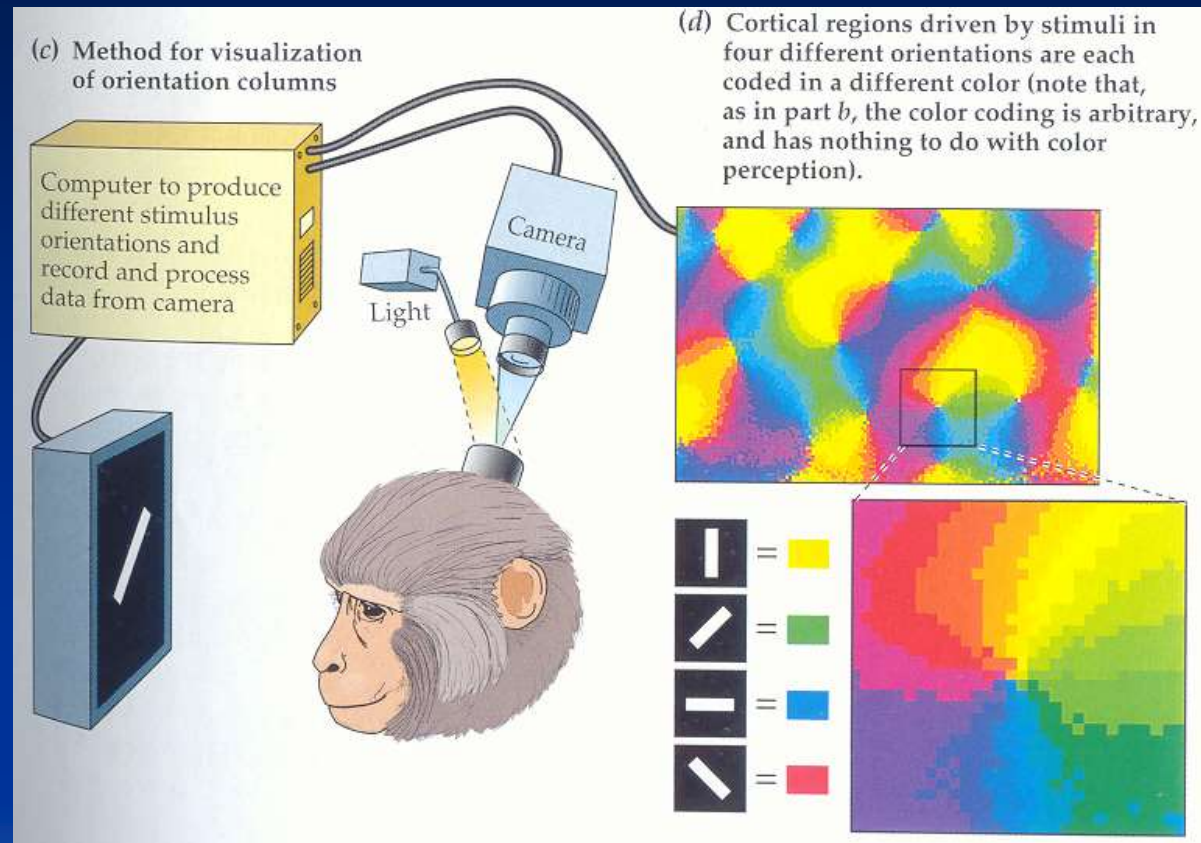
Sloupce orientační specifity jsou seskupeny tak, že v každém sousedním sloupečku je funkční orientace receptivního pole stočena o 10°.

Hyperkolumna je elementární funkční modul primární z.k.





Komplexní orientačně selektivní buňky primární zrakové kůry makaka.

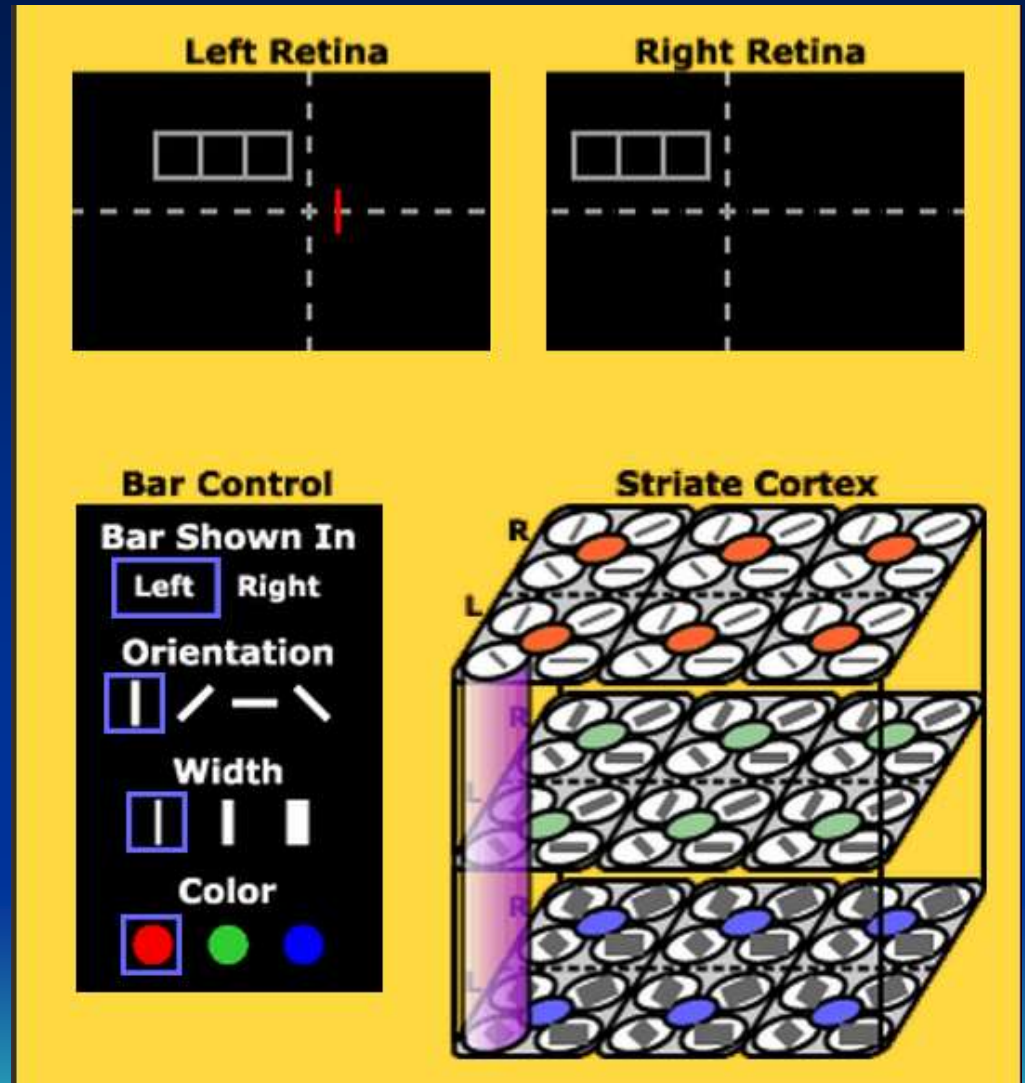


Separátní analyzátory pro barvu, tloušťku a orientaci kontrastního pruhu z každého oka zvlášť.

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap3/hypercolumnsF.htm>

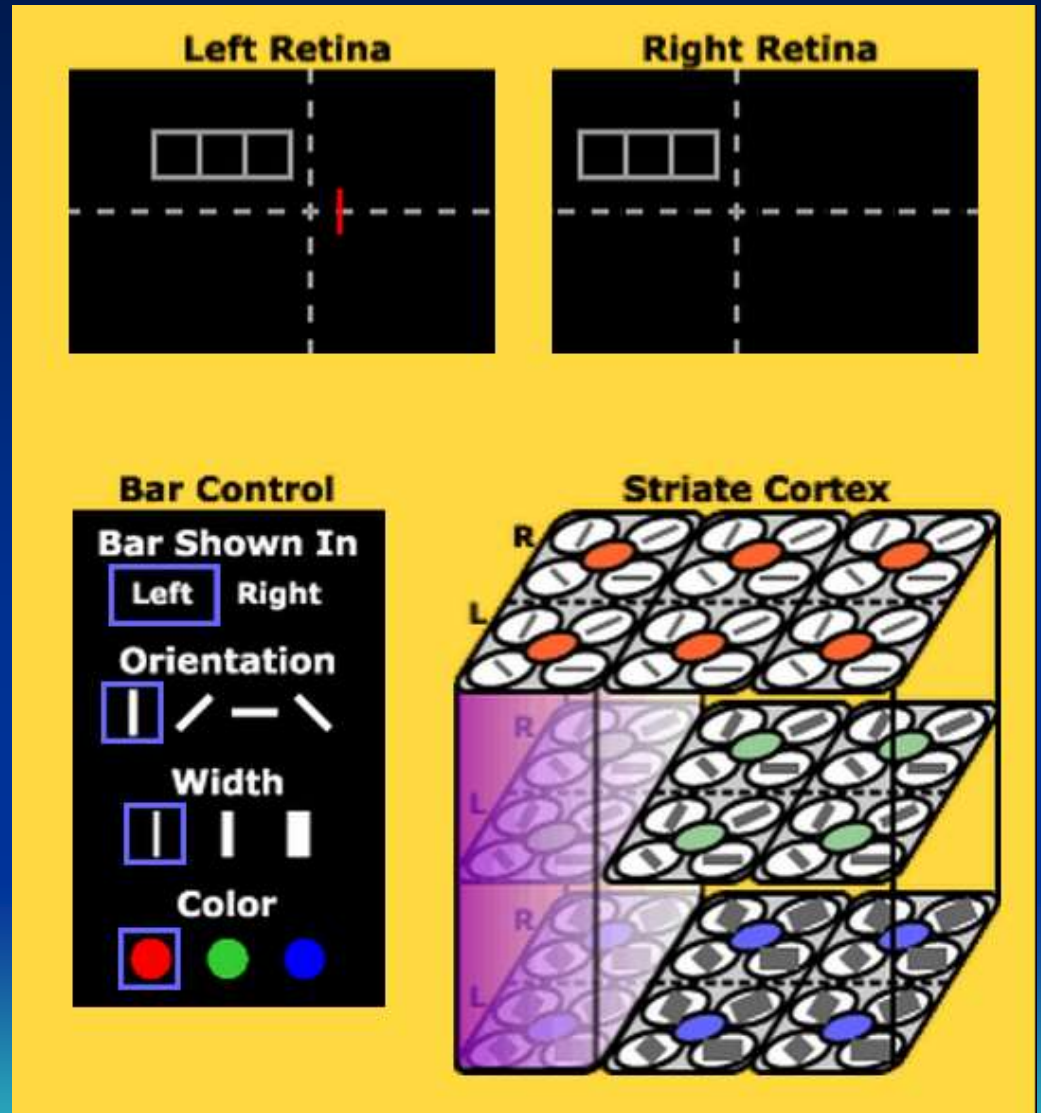
Sloupec

V závislosti na hloubce, některé vlastnosti aktivačního podnětu zůstávají, jiné se mění – Sloupcová architektura. Pro každé oko zvlášť.



Hypersloupec

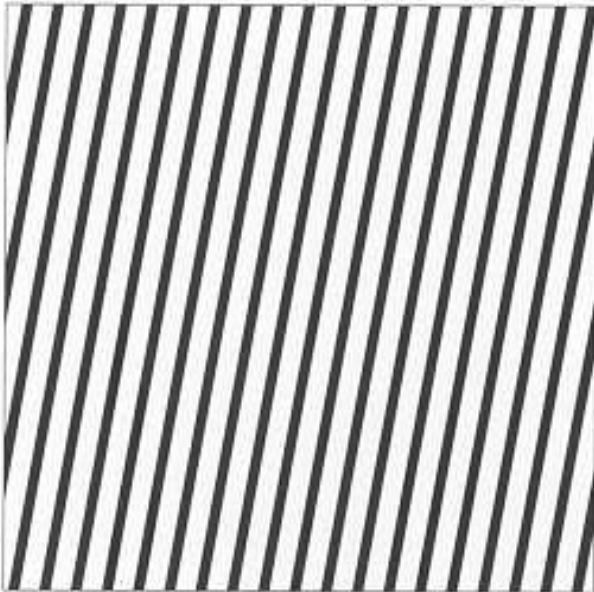
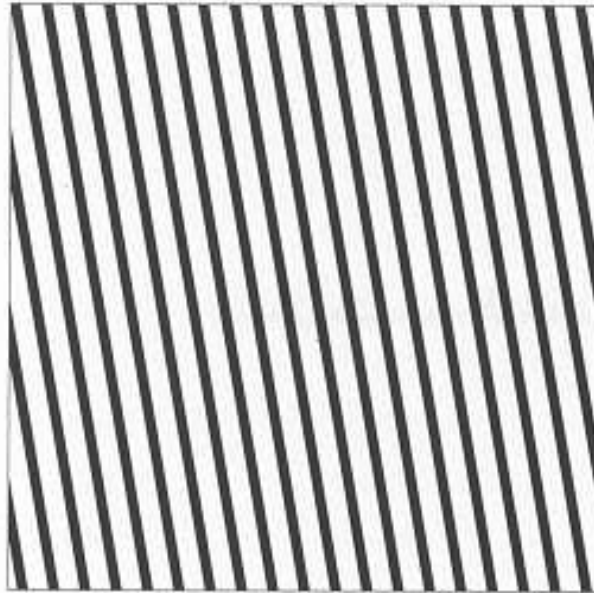
V závislosti na hloubce, některé vlastnosti aktivačního podnětu zůstávají, jiné se mění – Sloupcová architektura. Analýza celé části zorného pole



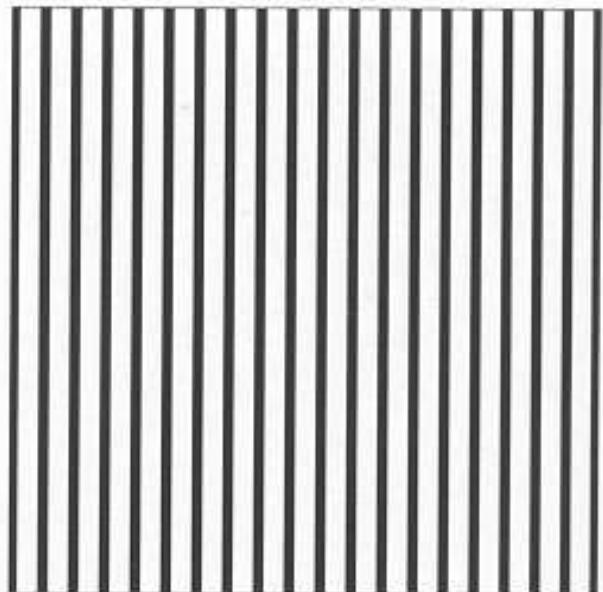
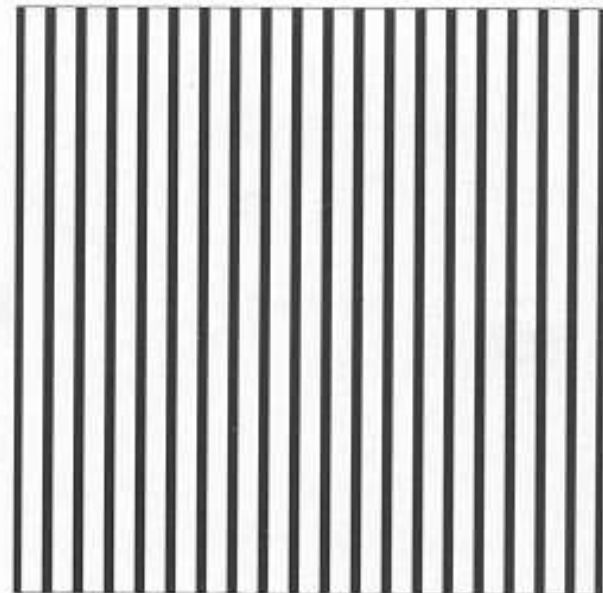
Selektivní adaptace
a
orientačně
selektivní buňky.

Selektivní adaptace:
Neinvazivní cesta do
lidského mozku

(a)

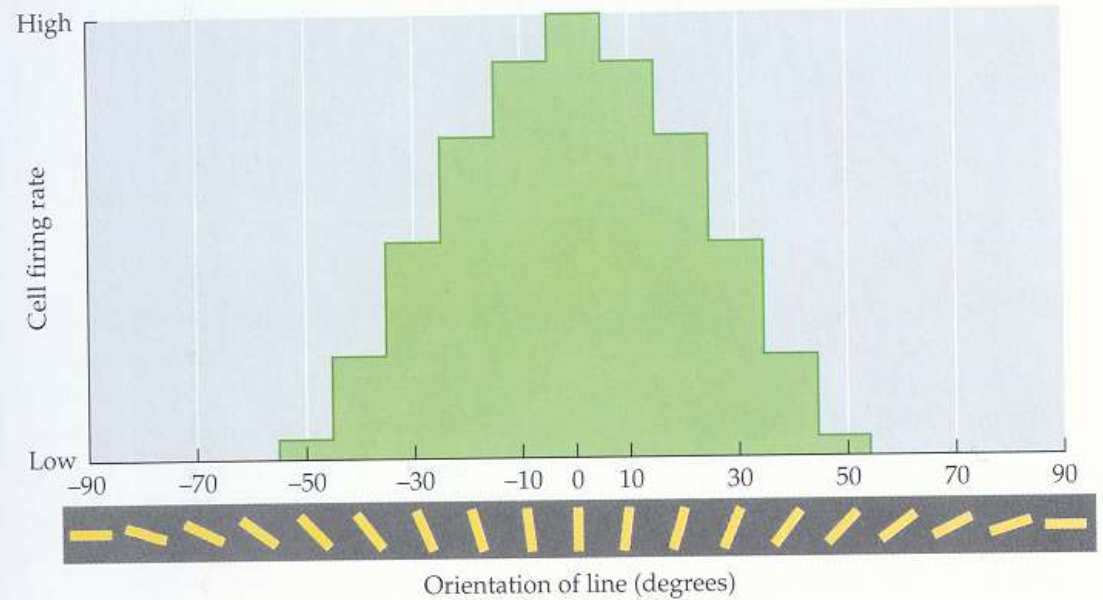


(b)



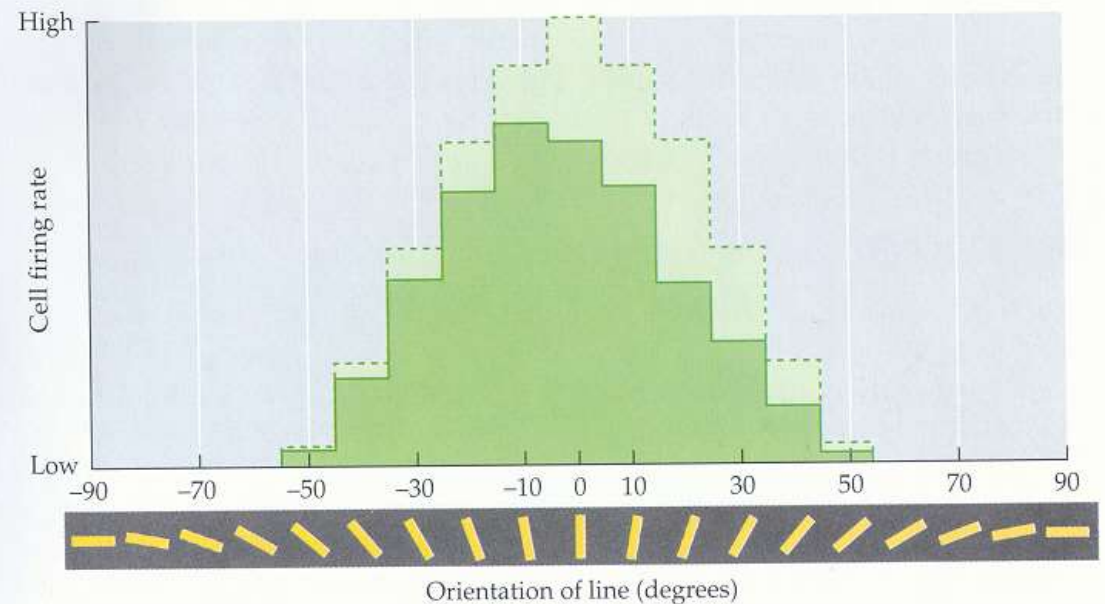
Vysvětlení:
20° buňky jsou po 1 min
adaptovány, unaveny
a přestávají přispívat do
vjemu vertikál.
Ve výsledku se vertikální linie
kácí.

(a) Before adaptation



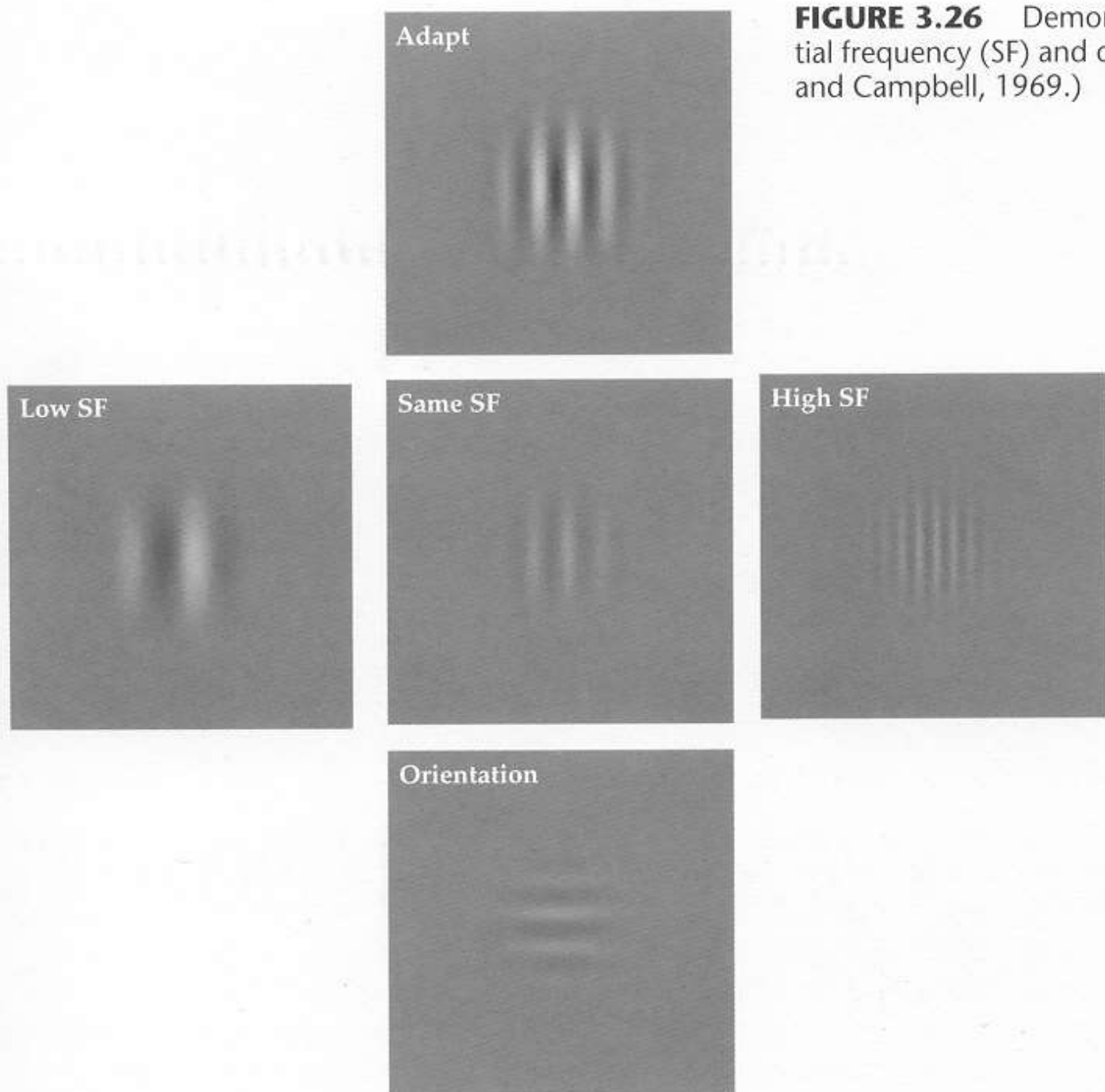
Adapt to 20° stripes

(b) After adaptation



Selektivní adaptace a
kontrastně
selektivní buňky

Po adaptaci na
Konkrétní „frekvenci“,
je právě tato utlumena

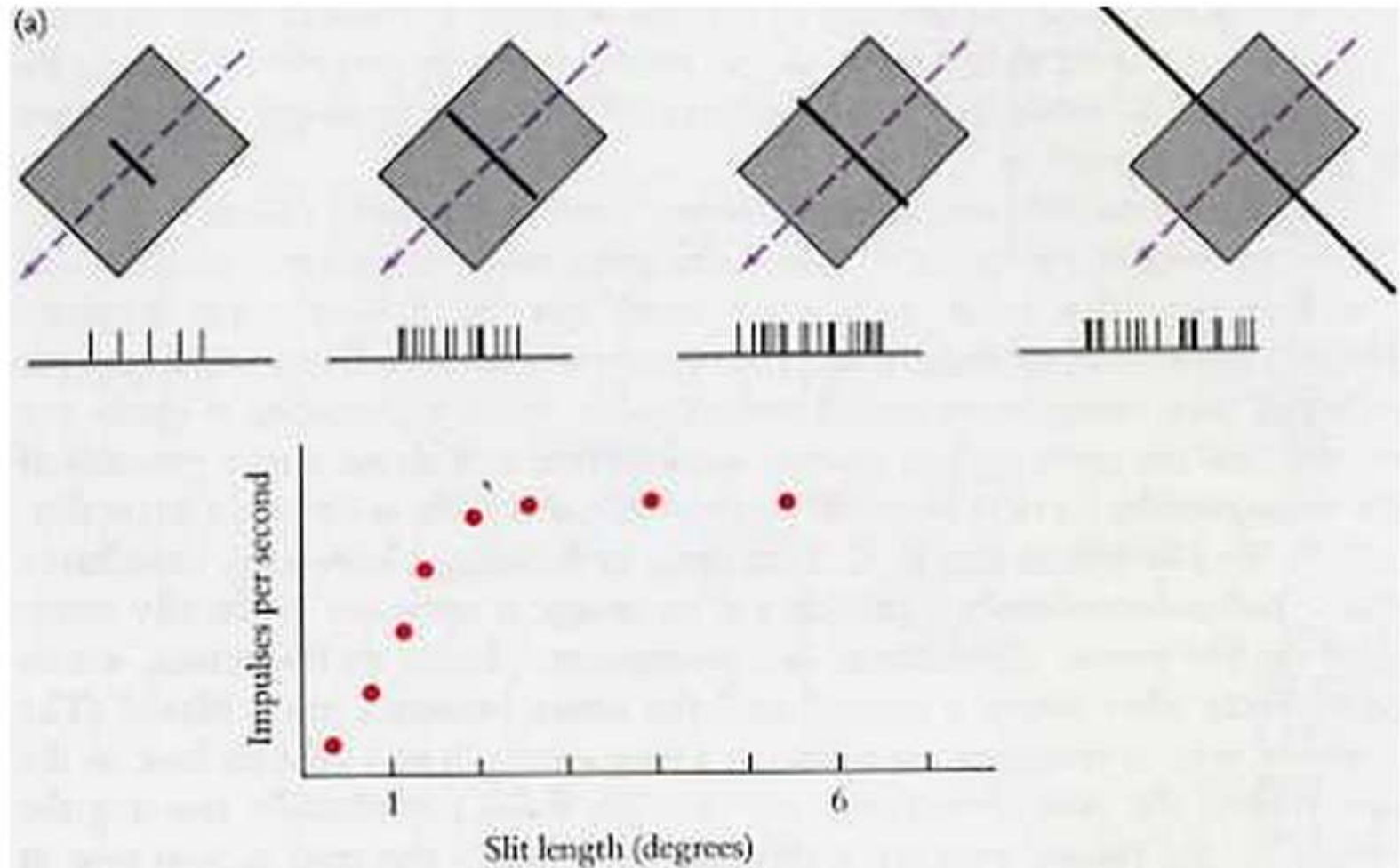


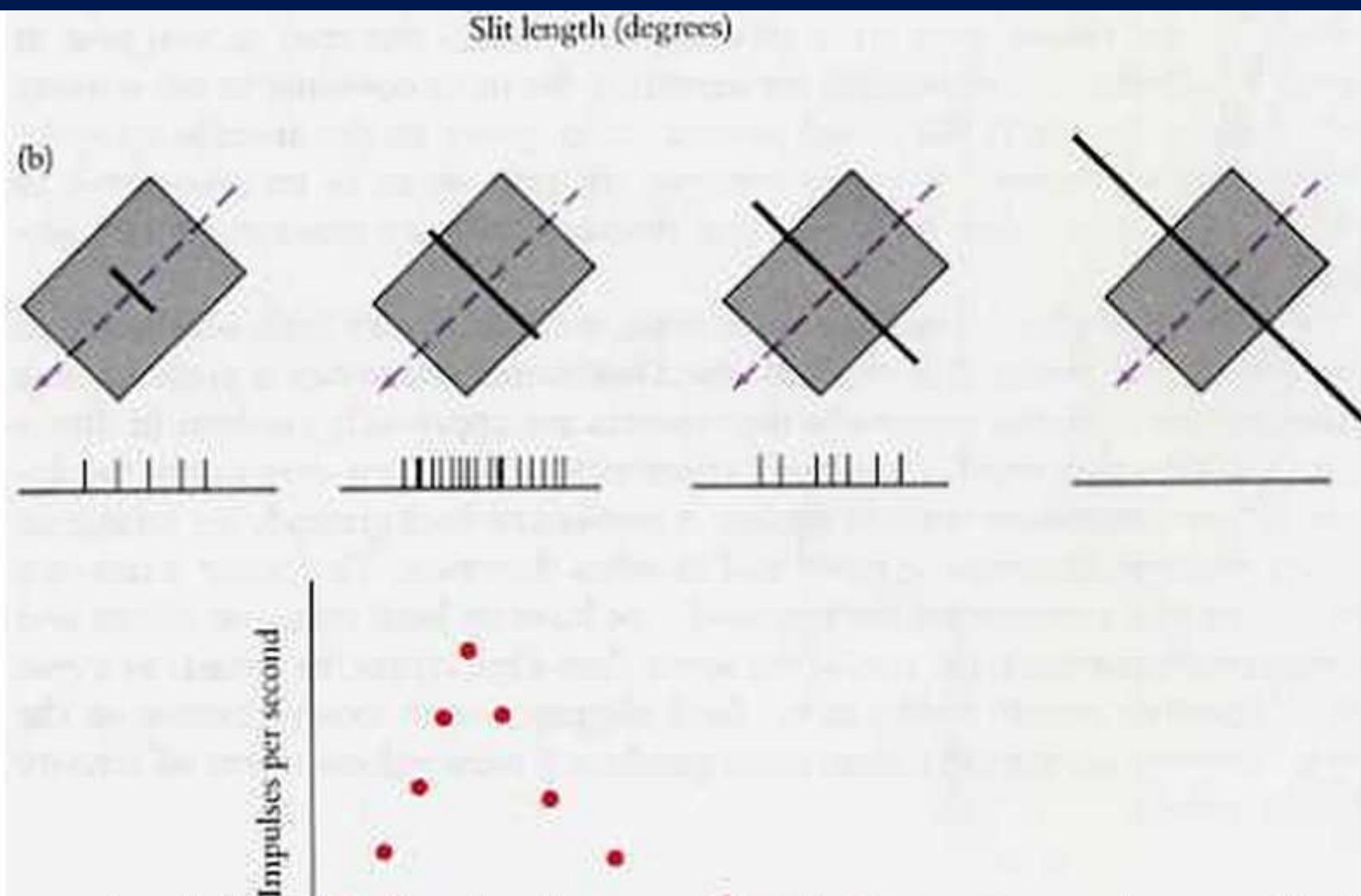
- Některé buňky odpovídají nejlépe když pruh světla končí ještě uvnitř receptivního pole. End-stopped cells
- <http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap3/straterfF.htm>



END STOPPING

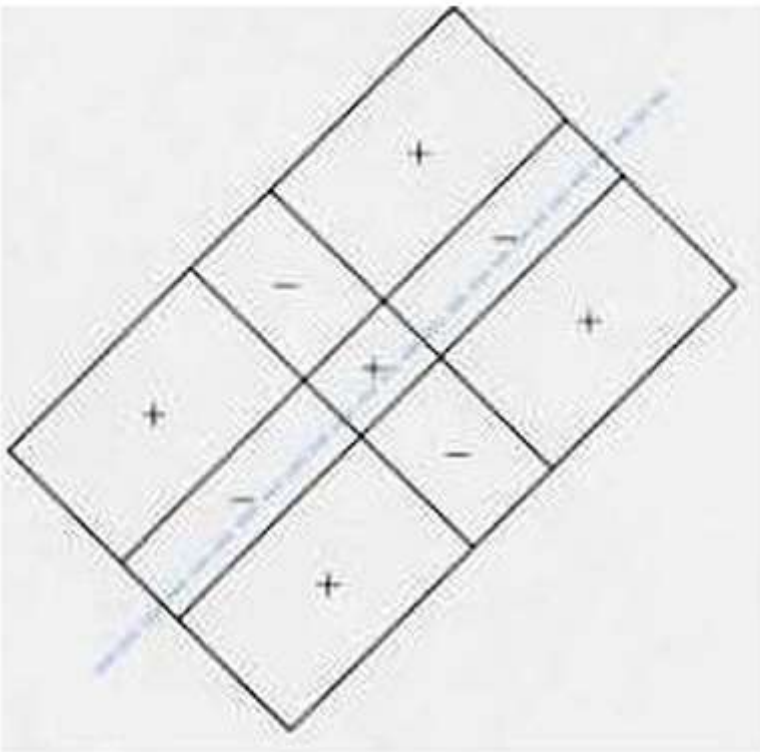
One additional kind of specificity occurs prominently in the striate cortex. An ordinary simple or complex cell usually shows length summation: the longer the stimulus line, the better is the response, until the line is as long as the receptive field; making the line still longer has no effect. For an end



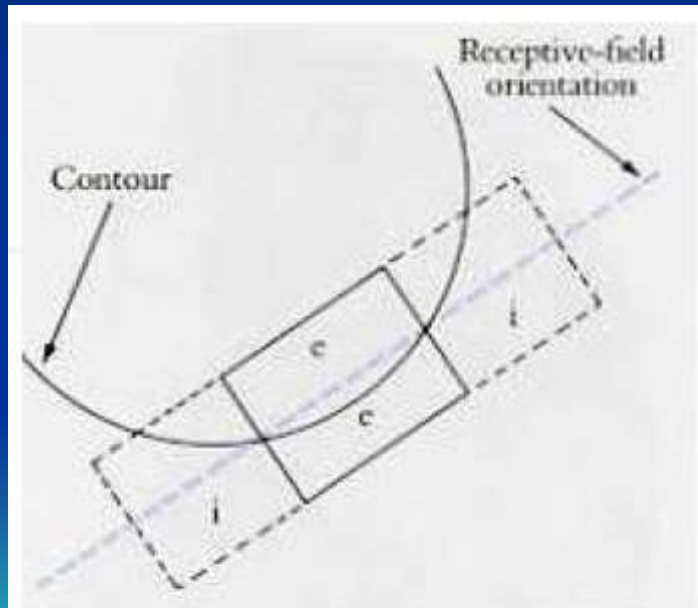


stopped cell, lengthening the line improves the response up to some limit, but exceeding that limit in one or both directions results in a weaker response, as shown in the bottom diagram on the facing page. Some cells, which we call completely end stopped, do not respond at all to a long line. We call the region

Pravděpodobně pro detekci zakřiveného okraje.

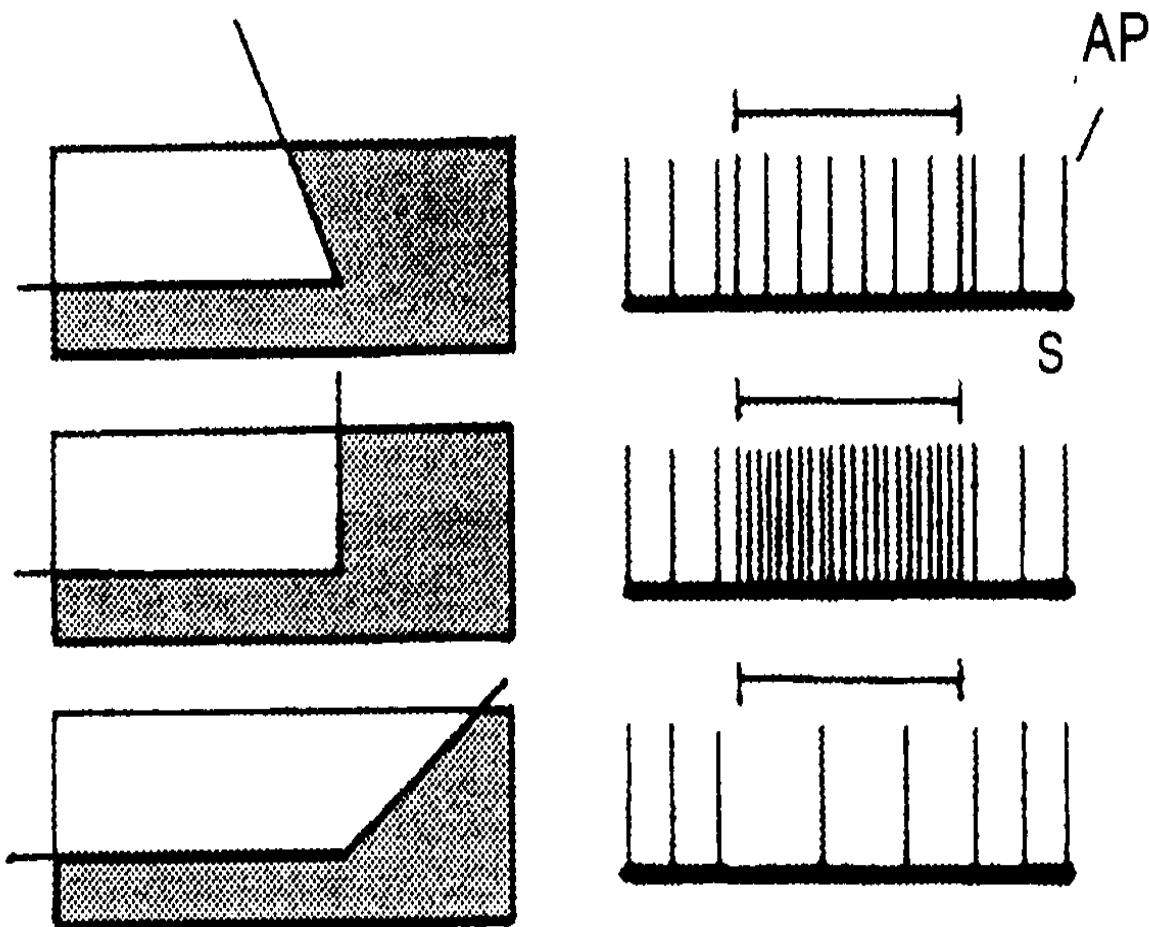


This end-stopped simple cell is assumed to result from convergent input from three ordinary simple cells. (One cell, with the middle on-center field, could excite the cell in question; the two others could be off center and also excite or be on center and inhibit.) Alternatively, the input to this cell



For an end-stopped cell such as the one shown on the previous page, a curved border should be an effective stimulus.

Sekundární kůra, hyperkomplexní buňky



Vliv různého úhlu kontrastního vizuálního podnětu na elektrickou aktivitu hyperkomplexní buňky. Úsečka nad záznamem elektrické aktivity značí trvání osvětlení v sekundách.

AP – akční potenciál.

OBR. 49A

(a)

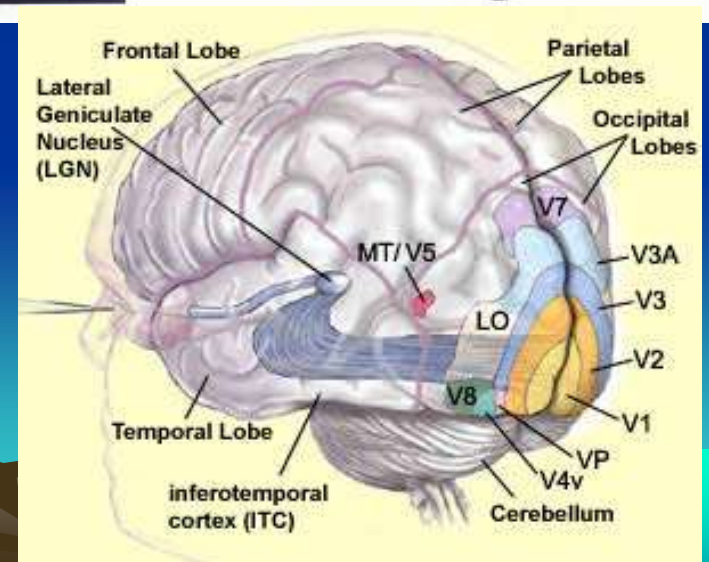


(b)



10.21 Complex Stimuli Evoke Strong Responses in Visual Cortex

(a) These concentric and radial stimuli evoke maximal responses from some cells in visual cortical area V4. The stimuli that evoked the highest response rates (see scale bar) are shown in red and orange. (b) These 12 examples illustrate the critical features of stimuli that evoke maximal responses from cells in the anterior inferior temporal area. (Part a from Gallant et al., 1993, courtesy of Jack Gallant; b from K. Tanaka, 1993, courtesy of Keiji Tanaka.)

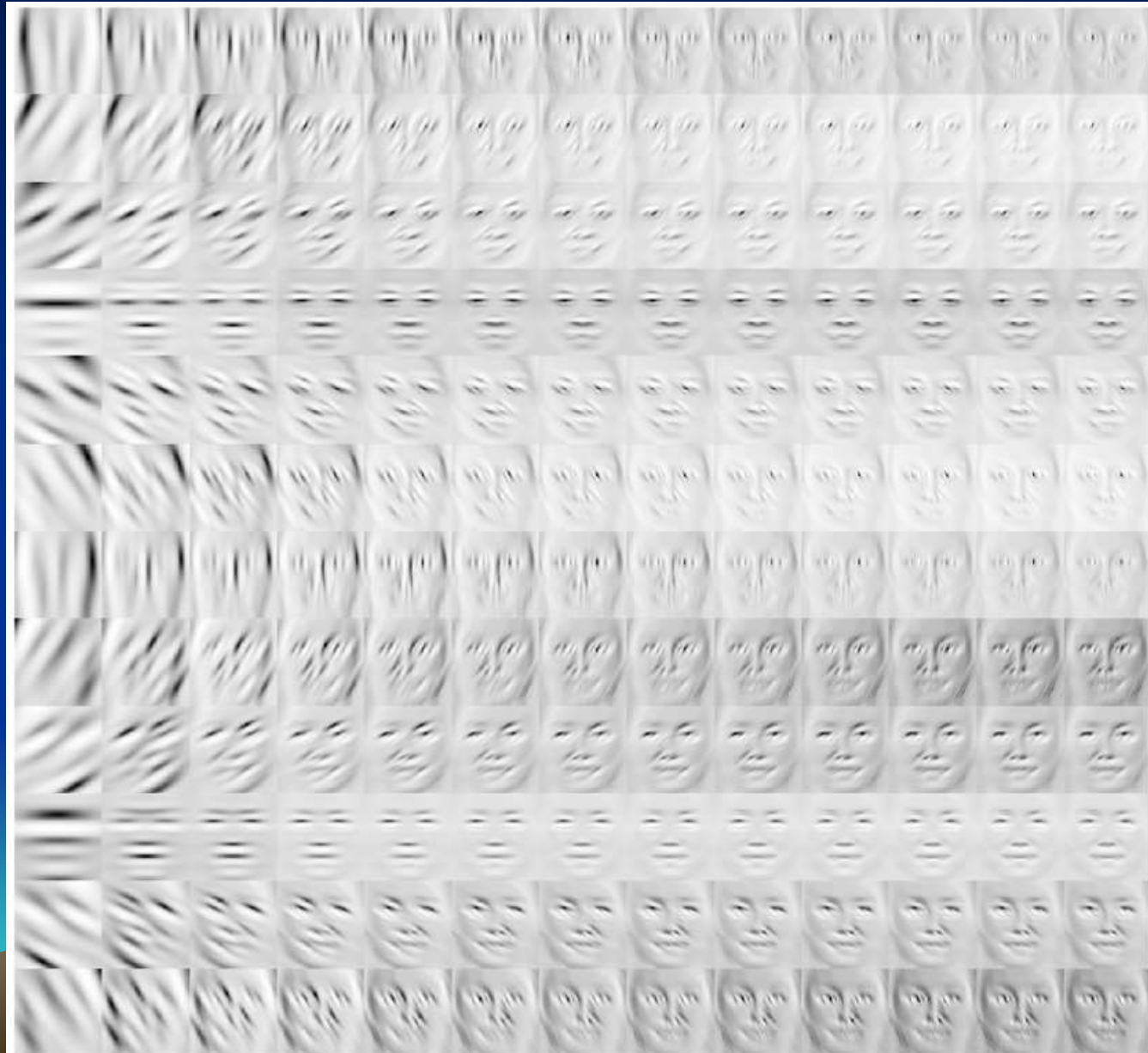




„Grandmother’s cells“ Na tvář selektivní buňky

FIGURE 4.33 Cells in the inferotemporal cortex of macaque monkeys are interested in very specific stimuli. In this case, the cell responds vigorously to a monkey face and to some other stimuli that seem related. (After Gross, Rocha-Miranda, and Bender, 1972.)

„Skládání“ tváří z jednodušších rysů.



Hierarchické skládání rysů a jejich paralelní zpracování

- <http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap4/pandemoniumF.htm>

4.2 Pandemonium

Decision Demon



A?

Cognitive Demons



Feature Demons



A A H T X X O G R Ъ Я

- **Iluze osvětlení – světelná stálost**

Hnědá čokoláda za jasného dne odráží méně světla než papír za šera, ale stejně ji vnímáme jako tmavou. Předpoklady a zkušenost usnadňují interpretaci. To, co vidíme, není realita, ale zkušenost.

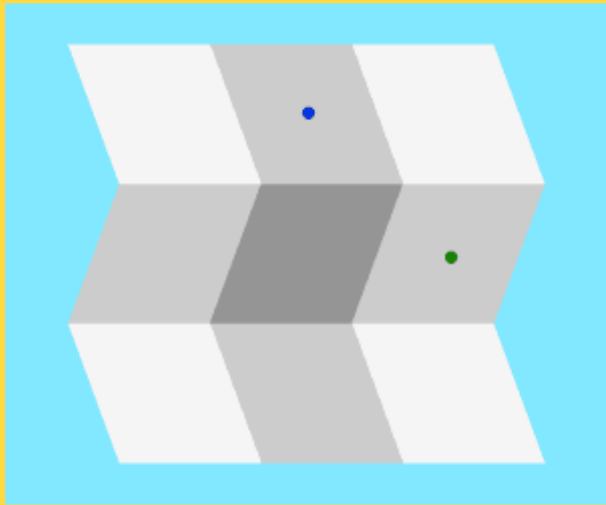
Automatické předpoklady našeho vnímání

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap5/illusionsF.htm>



5.5 Illusions of Lighting

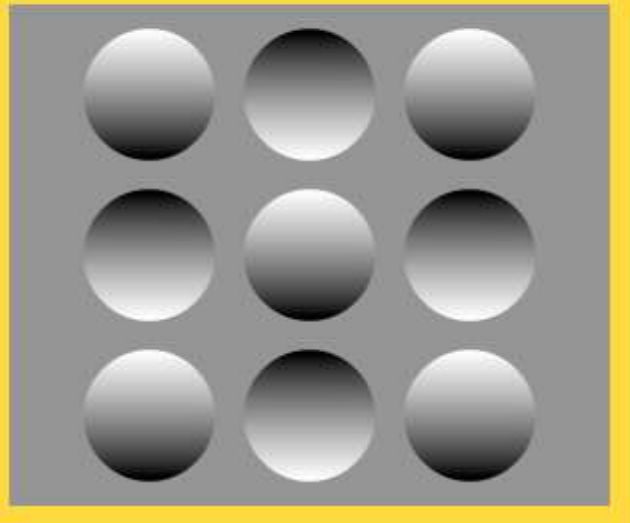
1



- Introduction
- Folded Card Illusion
- Bumps and Dimples Illusion
- Checkerboard Shadow Illusion

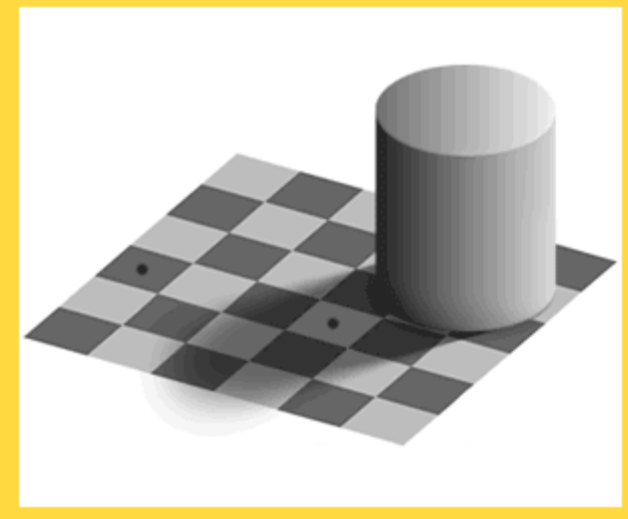
The visual system makes the assumption that there is a dark vertical stripe printed on the card, and that changes in luminance from left to right in the image are due to changes in the surface reflectance of the card. The visual system assumes that the changes in luminance are due to lighting shifts caused by the folds in the card, not to changes in surface reflectance. The middle section of the card probably appears to be in a shadow, which means that the light source is above the card. This is a reasonable assumption to make: the card clearly seems to be folded, and it is unlikely that the folds occur exactly at points where the surface reflectance changes abruptly.

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap5/illusionsF.htm>



These images reveal two more assumptions that the visual system makes in order to interpret changes in illumination across an image. First, we know that a portion of a surface that faces toward a light source will be brighter than a portion of the surface facing away from the light. Second, all else being equal, we assume that the lighting in a scene is coming from above.

In **Image 1**, the lightest parts of the circles in the X pattern are on top, while the darkest parts are at the bottoms of the circles. If the lighting was coming from above, these circles would have to be bumps, since this configuration would make the lighter portions of the circles face towards the light. Conversely, the other circles would have to be dimples because their bottoms are lighter than their tops.



As with the folded card illusion, this illusion happens because your visual system cannot disregard its interpretation of the light sources in scenes when making judgments about the brightness of surfaces. The marked square near the center of the image falls in the shadow of the cylinder. Since we assume that shadows make surfaces less bright, we boost our estimate of the reflectance of this square accordingly. We also assume that the checkerboard pattern is regular, so that the lighter squares in the pattern are all the same lightness and the darker squares are all the same darkness. These assumptions lead us to strongly believe that the more central marked square in the shadow is lighter than the marked square on the edge of the board, so we are tricked into thinking that the former is brighter than the latter, too.

As the creator of this image, Edward Adelson at MIT, says, “The visual system is not very good at being a physical light meter, but that is not its purpose.” The assumptions used by our visual systems are designed to help us determine the qualities of surfaces in the world, not the light reflecting off the surfaces. It is the surfaces themselves that we want to know about, not the particular happen to be they are illuminated.

Barevné vidění

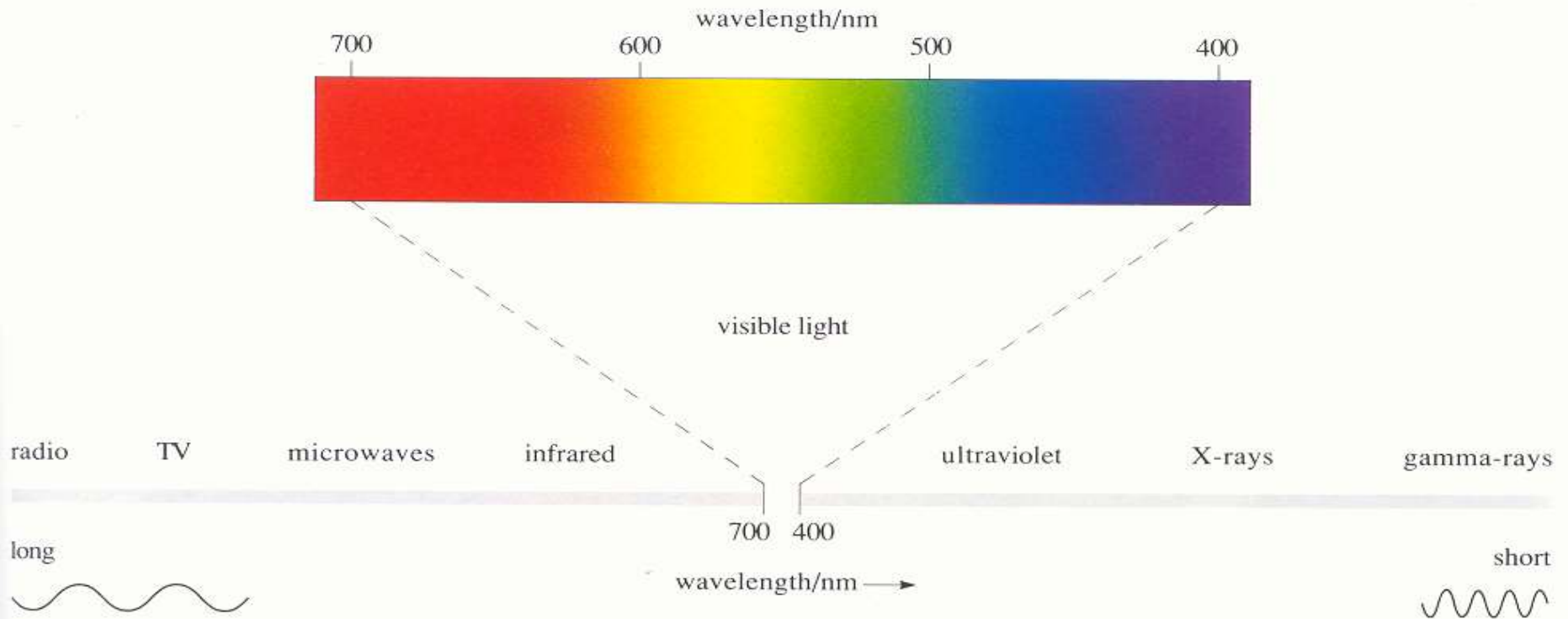


Plate 1 The electromagnetic spectrum. The visible spectrum is shown in colour.

Posunutá spektrální
citlivost = jiný pohled.

Neznamená nutně barevné
vidění

The ability to detect ultraviolet light



Human's view.



**Insect's view (simulated
through UV film.)**

Barevné vidění:

Další kvalita zraku

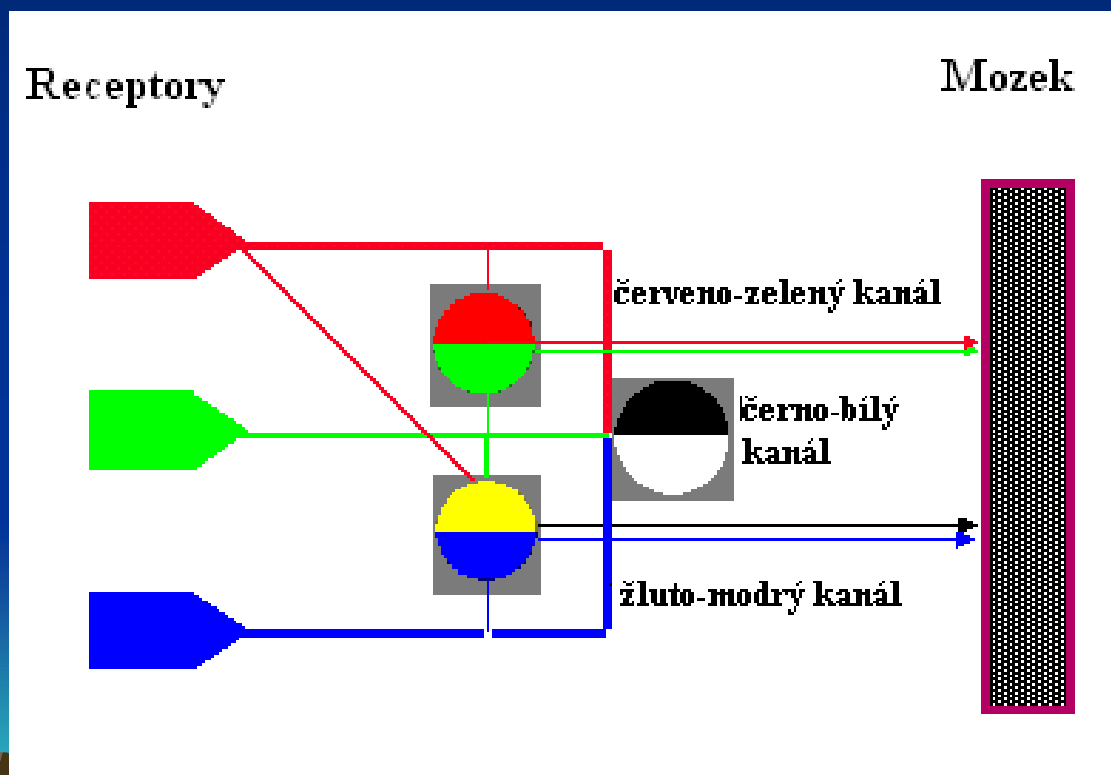
Jeden receptor barvu nerozezná, je potřeba nejméně dva druhy barevně selektivních fotoreceptorů



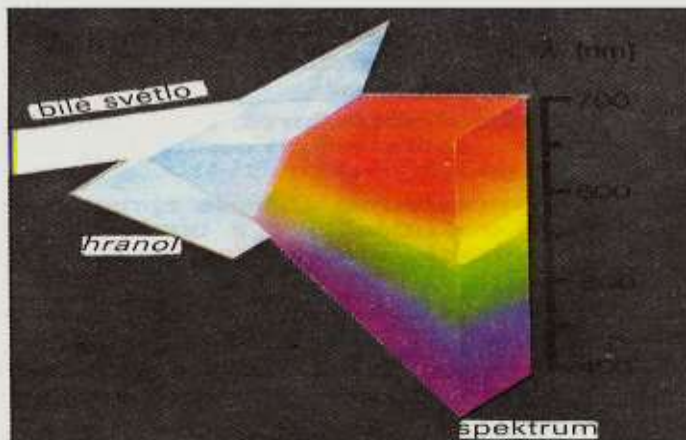
Rozlišujeme: tón, sytost, jas

Trichromatické teorie, Young-Helmholtz Oponentní kódování, Hering

Why trade one three-dimensional color space (red, green, blue) for another three-dimensional color space (R/G, B/Y, BI/Wh)?



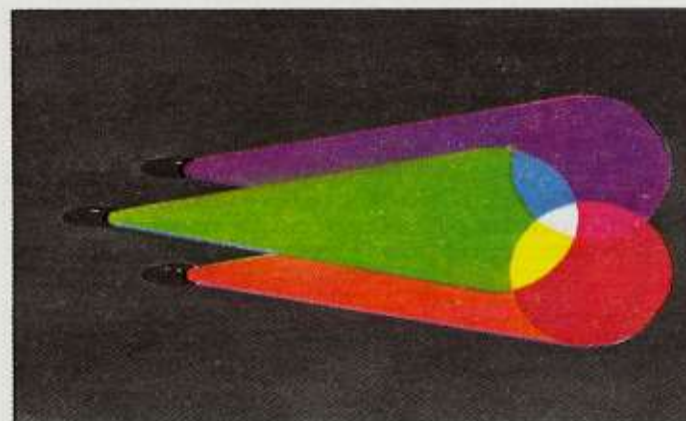
Trichromatické skládání



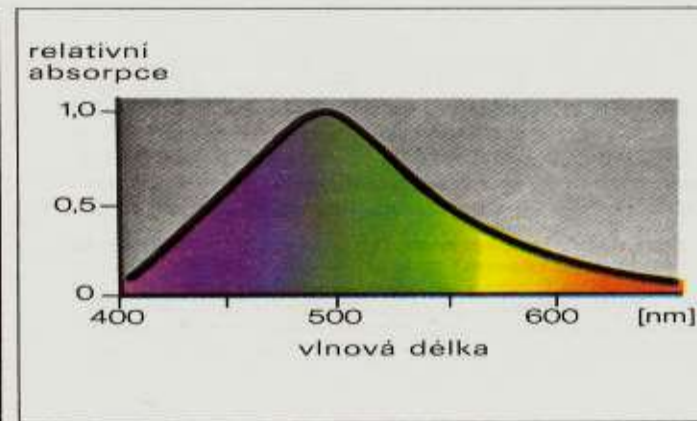
A. Složení slunečního světla



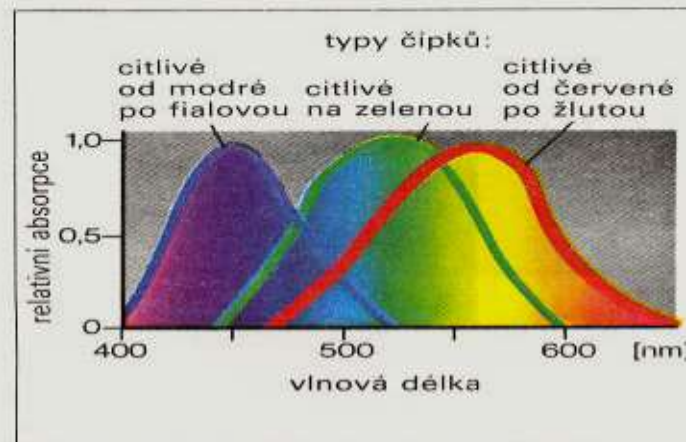
B. Barevný trojúhelník (podle Kriesa)



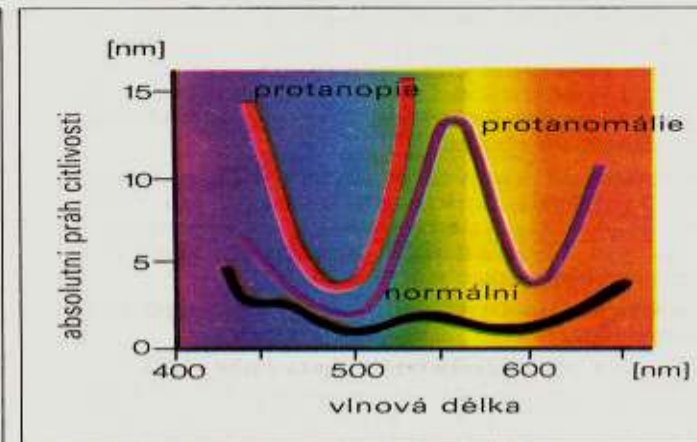
C. Aditivní míšení barev



D. Absorpce světla rodopsinem



E. Absorpce světla třemi typy čípků



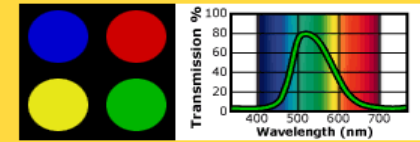
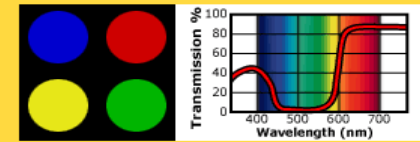
F. Práh citlivosti pro vlnové délky

Oponentní kódování, Hering
Neexistuje červenozelená nebo modrožlutá

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap5/mixingF.htm>

5.3 Color Mixing

Filter Color #1

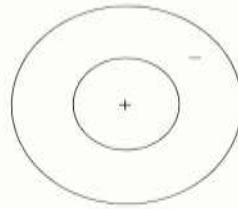


Filter Color #2

Barevná oponence

Neexistuje červenozelená
nebo modrožlutá

luminance sensitive
retinal ganglion cell



double opponent
cortical cell

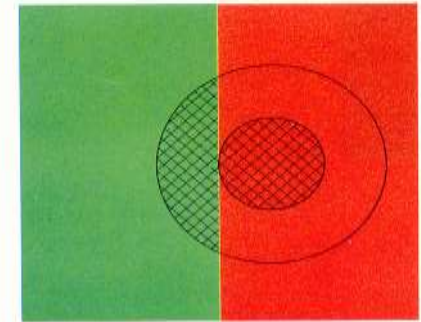
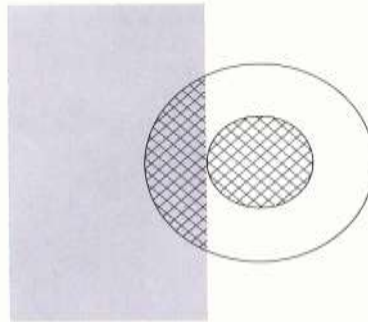
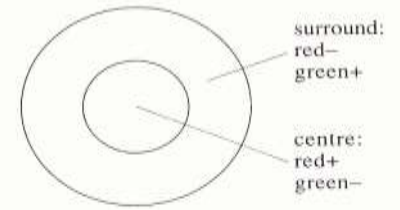


Plate 4 Double opponent receptive fields.

Simultánní barevný kontrast
– zbarvení šedého
obdélníčku

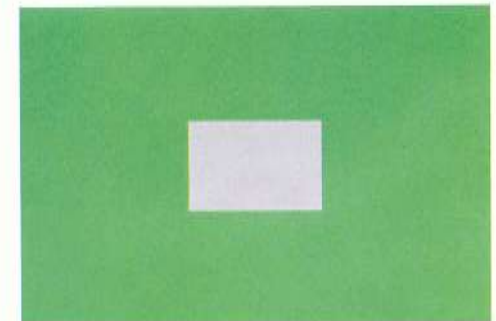
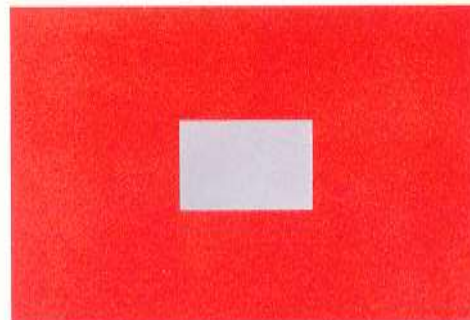
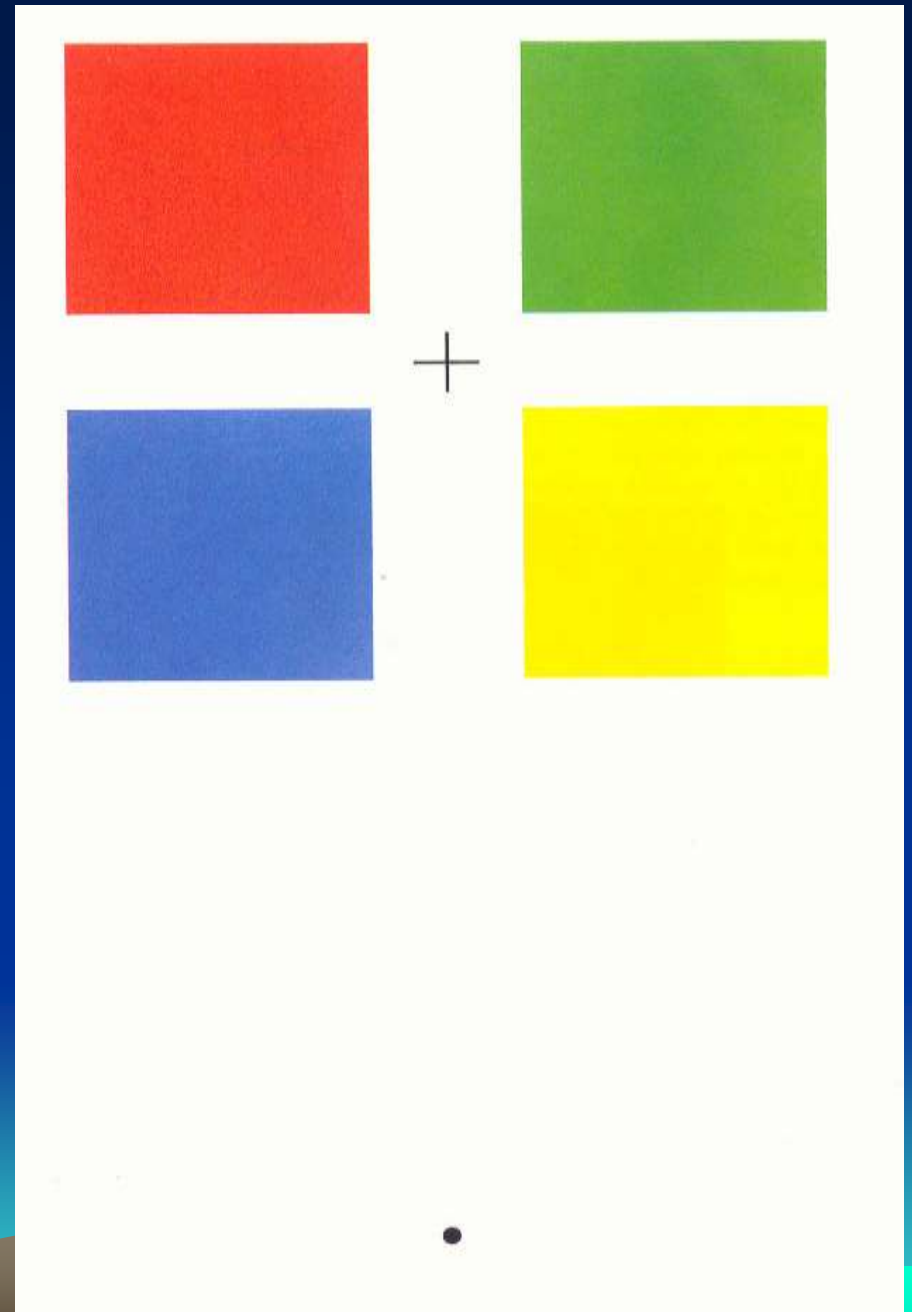
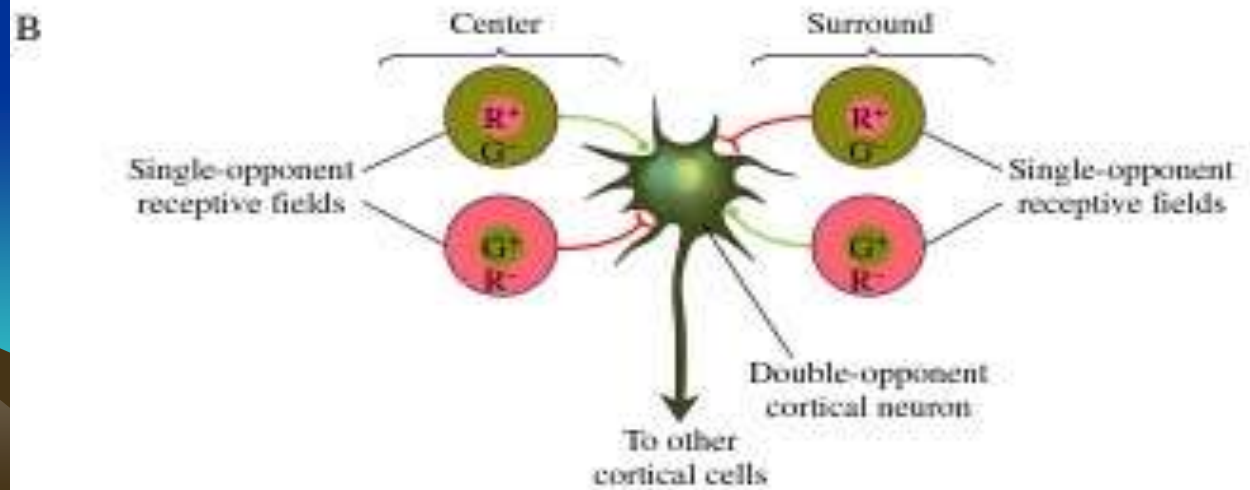
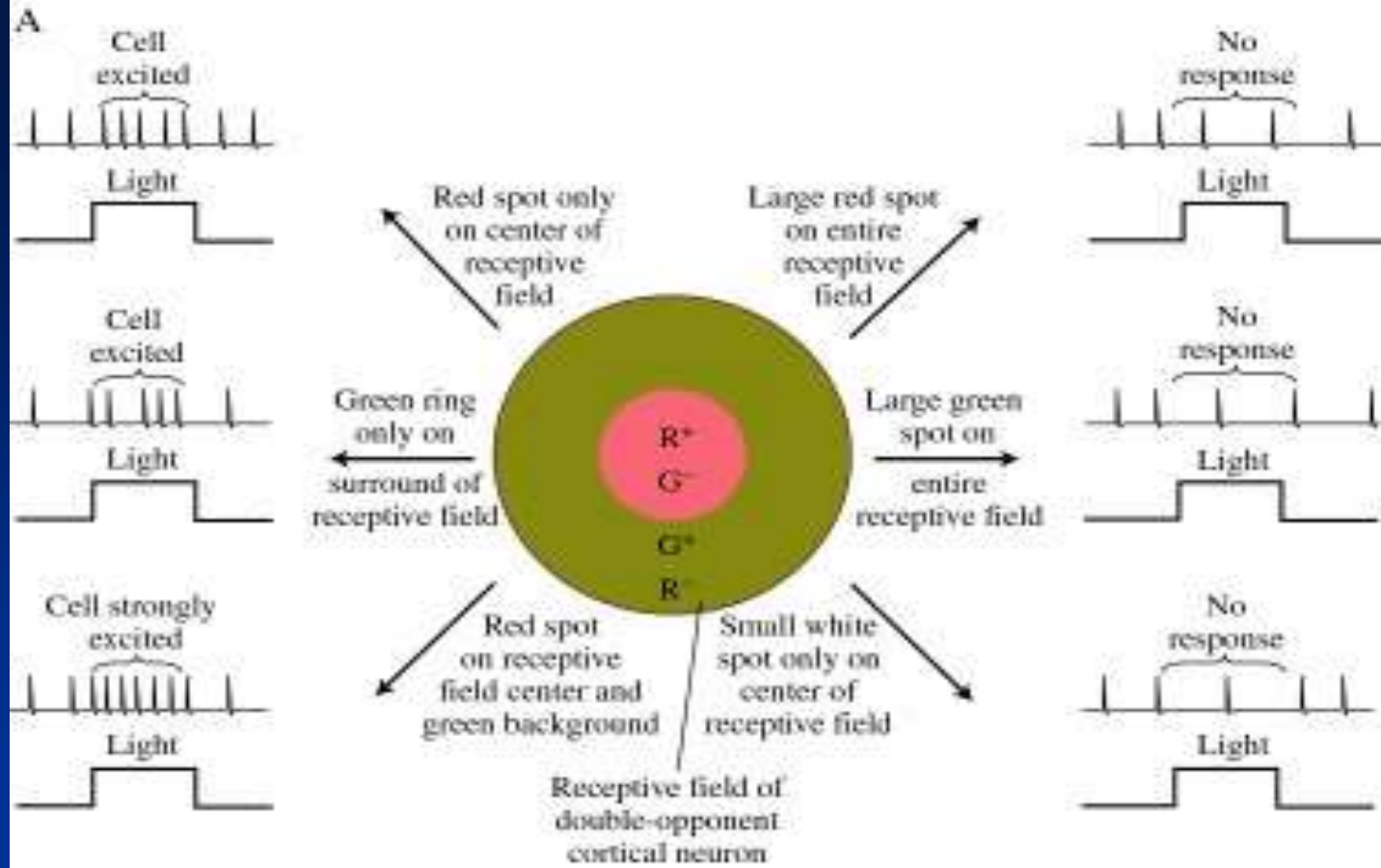


Plate 5 Simultaneous colour contrast.

Negative afterimages
Selektivní adaptace a
barevně
selektivní buňky

<http://sites.sinauer.com/wolfe/3e/chap5/afterimagesF.htm>





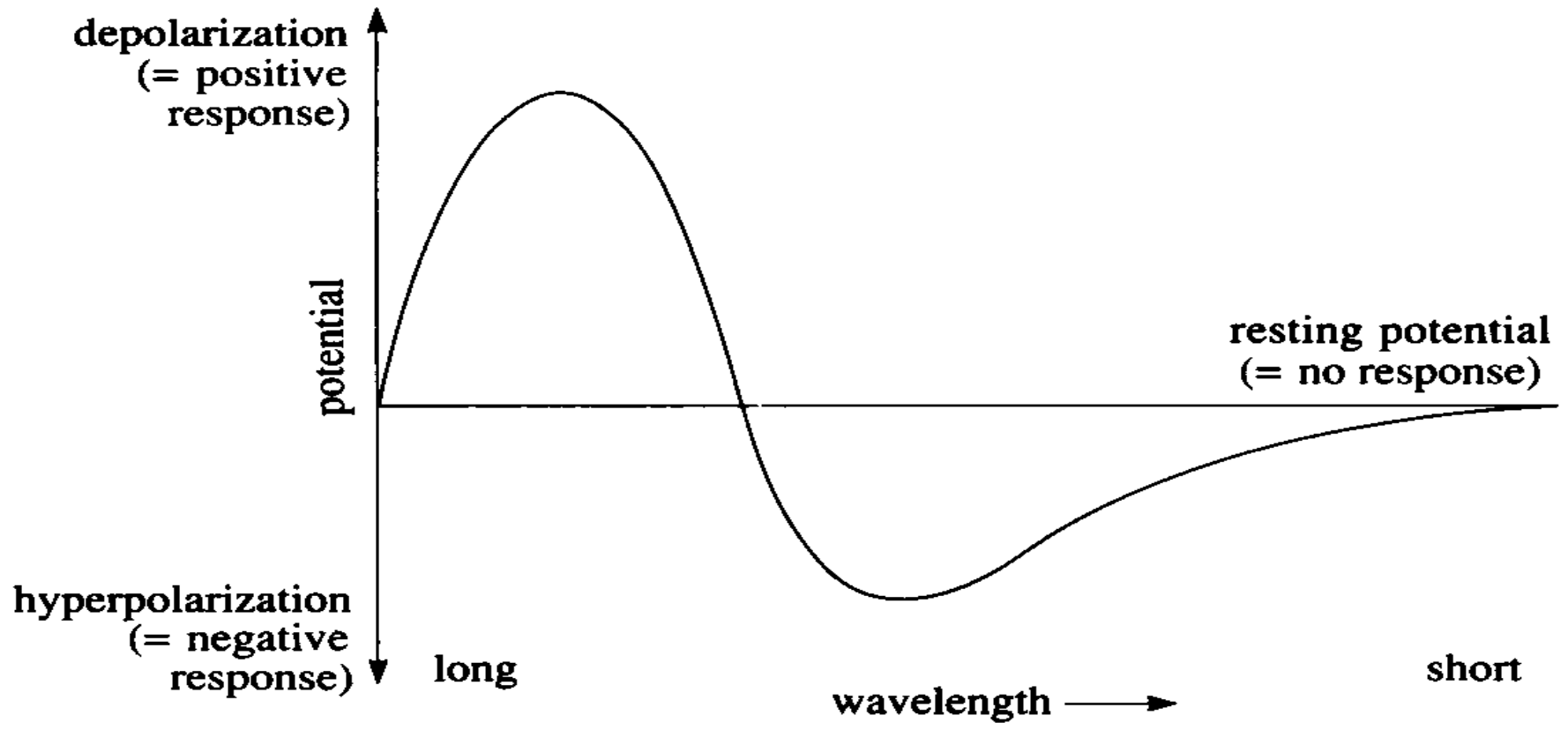
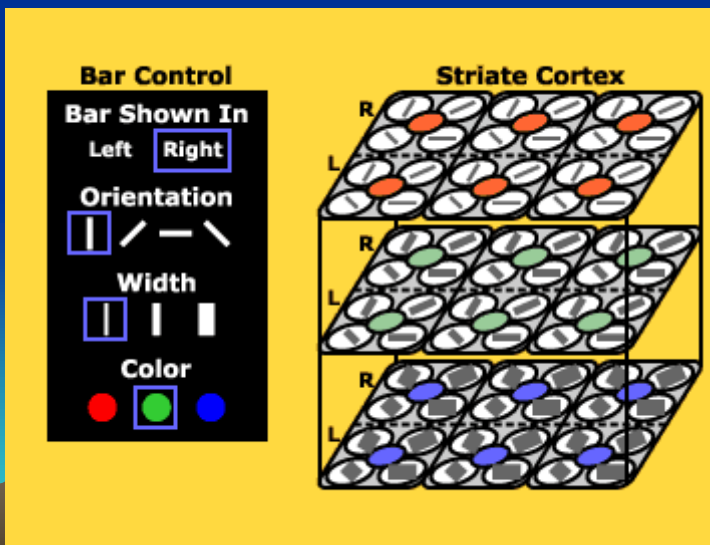


Figure 4.35 Response of a typical colour opponent bipolar cell.

Dopad zeleného světla na periferii receptivního pole buněk s dvojitou oponencí s červeným excitačním centrem a zelenou excitační periferií vyvolá jejich aktivaci. Stejnou odezvu ale vyvolá dopad červeného světla na centrum tohoto r.p. Výsledkem stimulace periferie zeleným světlem tedy je současný vznik načervenalého vjemu v té části zorného prostoru, která odpovídá centru receptivního pole.

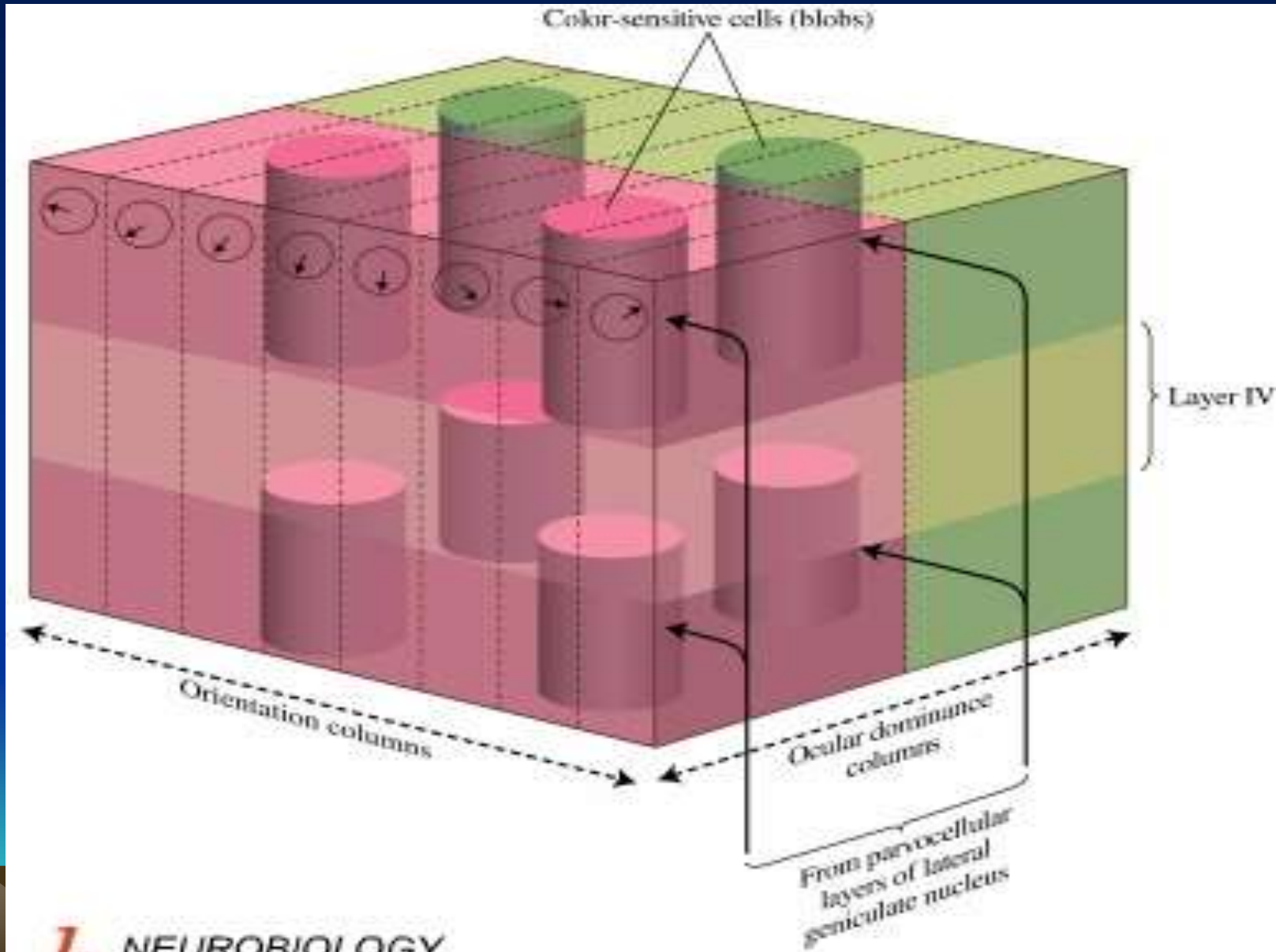
Neurony s dvojitou oponencí jsou v primární z.k. seskupeny do kolíčkovitých struktur kolmých k povrchu kůry, které jsou roztroušeny mezi sloupci orientační specifity. Označují se jako barevné sloupce (blobs).

I buňky s dvojitou oponencí projikují do sekundární zr. kůry, na buňky, které můžeme hierarchicky rozdělit na jednoduché, komplexní a hyperkomplexní.

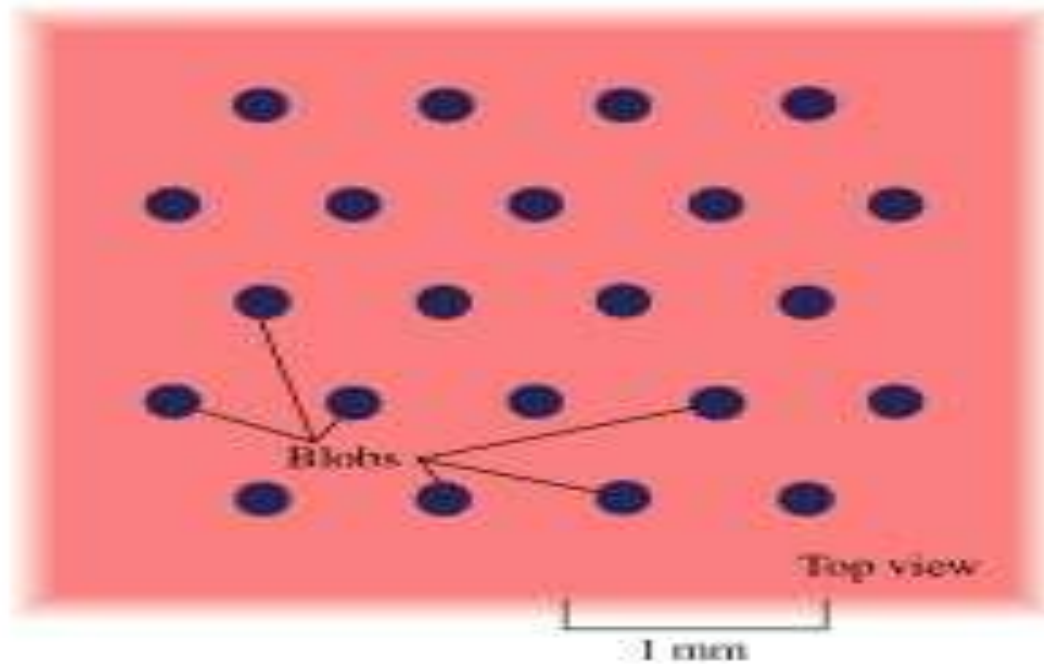
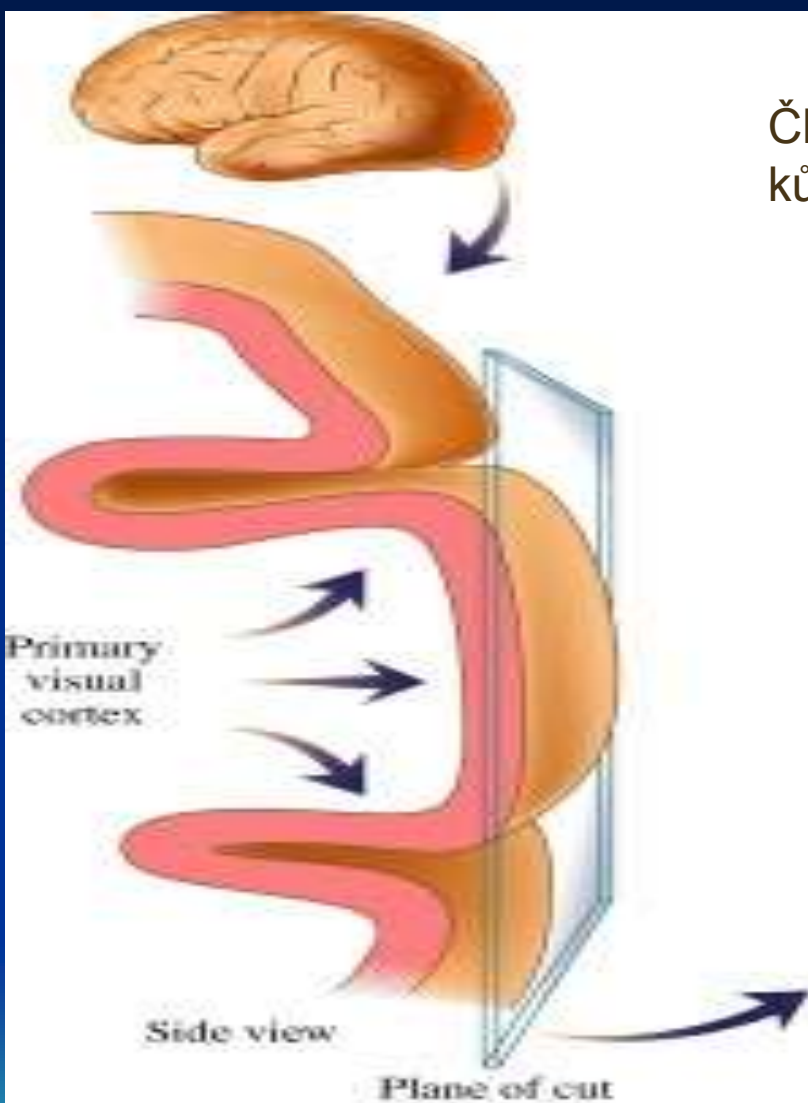


Členění primární zrakové kůry – barevné sloupce (blobs)

Členění primární zrkové kůry – barevné sloupce (blobs)

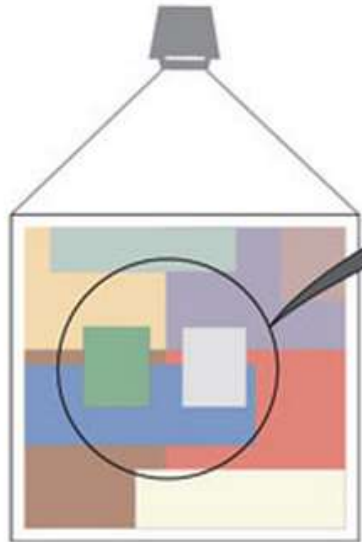


Členění primární zrakové kůry – barevné sloupce (blobs)

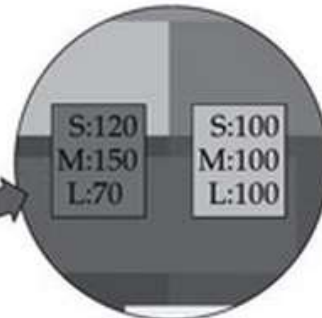


- Barevná stálost: ačkoliv osvětlené různými zdroji světla, barvy předmětů se jeví stále

1. Take a collection of color patches under a "white" light.



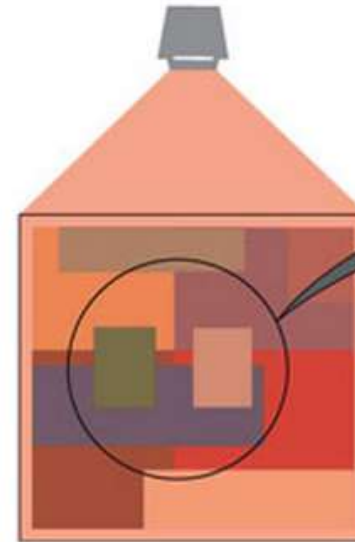
2. The "gray" patch excites S-, M-, and L-cones equally.



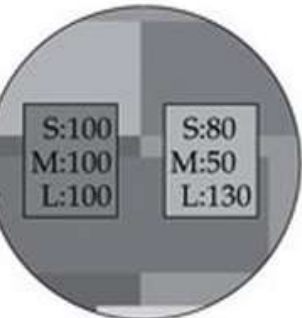
3. The gray patch looks gray, and the green patch looks green.



4. Change the illuminant to a reddish light.



5. Now, what was the "green" patch excites S-, M-, and L-cones equally.



6. The gray patch still looks gray, and the green patch still looks green.



Figure 1

Užitečná deformace: většinou jsou kontrasty mezi povrchy ne mezi zdroji světla.

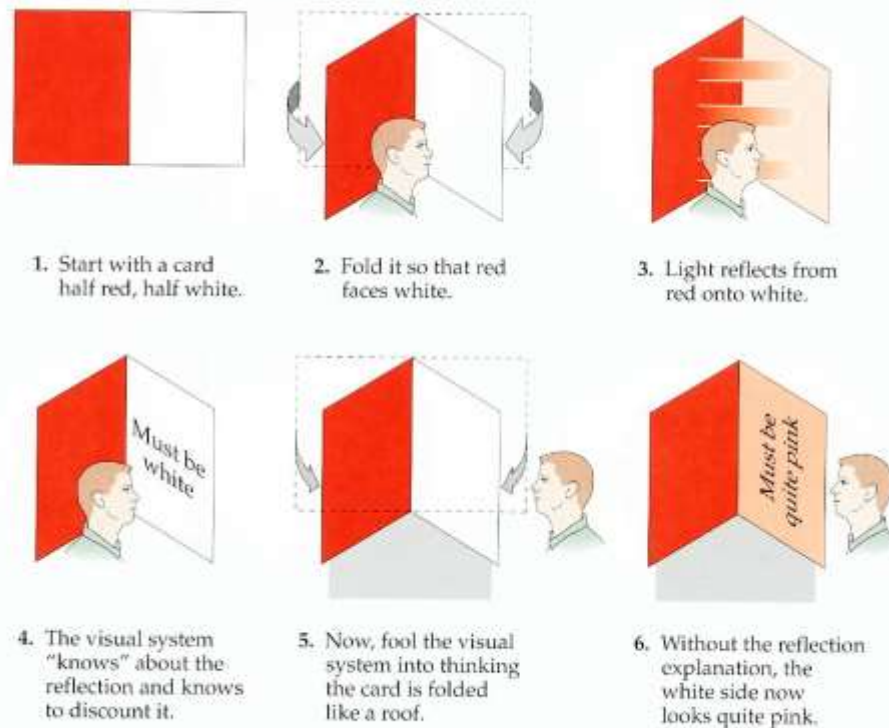
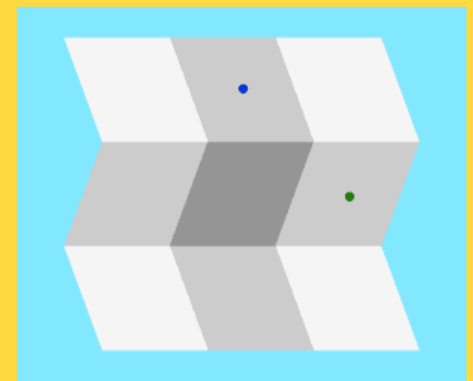


FIGURE 5.21 The experiment of Bloj, Kersten, and Hurlbert (1999) shows us how assumptions about the physics of the world influence the psychophysics of color perception.

Předpoklady a srovnávání deformují skutečný vjem.

5.5 Illusions of Lighting 1



- Introduction
- Folded Card Illusion
- Bumps and Dimples Illusion
- Checkerboard Shadow Illusion

The shadows in Figure 1 (left) produce exactly the same outputs as their backgrounds in the R/G and B/Y “channels” of the opponent process system. The orange square, for example, activates R+G⁻ and Y+B⁻ cells (because orange can be described as reddish yellow). Since the shadow of the small rectangle is the same hue, it also activates these same opponent process cells. The difference between the shadow and its background will only be registered in the output of the Bl/Wh opponent process: the Wh+Bl⁻ cells will respond more strongly to the brighter orange square than to the darker shadow. In Figure 1 (right), on the other hand, all five shapes are different hues, so **all five will produce different outputs in the R/G and B/Y channels.**

Although we almost never notice them, shadows—brightness differences—are scattered throughout almost every visual scene (if you look around carefully now, you will probably see them everywhere). But shadows are rarely of interest to us, whereas hue boundaries *are* important. They divide the visual scene into component surfaces which higher-level vision can then combine into objects. **Thus, recoding light wavelengths into dimensions that de-emphasize shadows and highlight surfaces is a very good thing.**

**K čemu je dobrá oponence?
Rozeznání objektů od jejich stínů
3 vs 5**

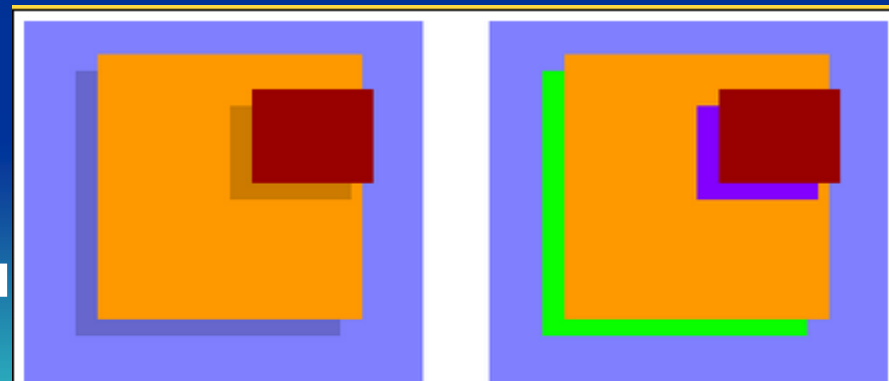
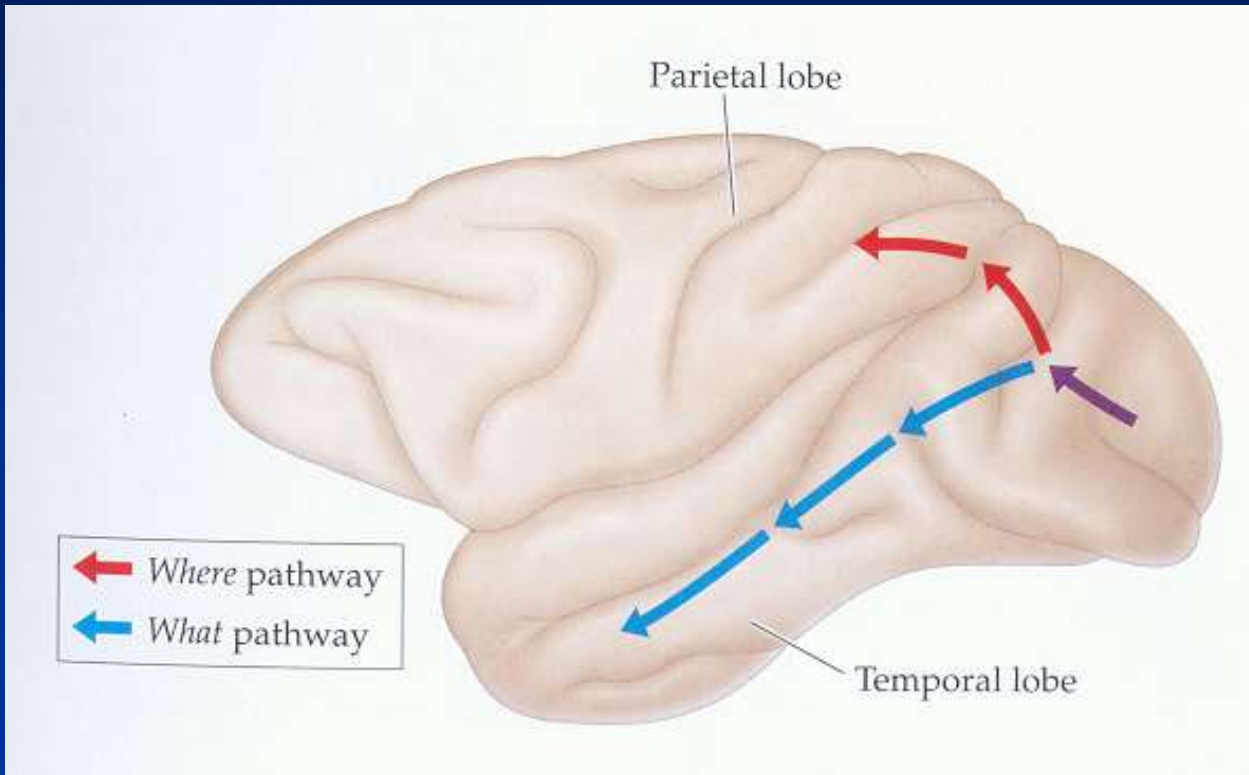


Figure 1 The image on the left is perceived as a red rectangle above an orange square on a blue background. The figure on the right is perceived as five different surfaces. These inferences are easily made on the basis of opponent-process cell outputs.

Vnímání pohybu



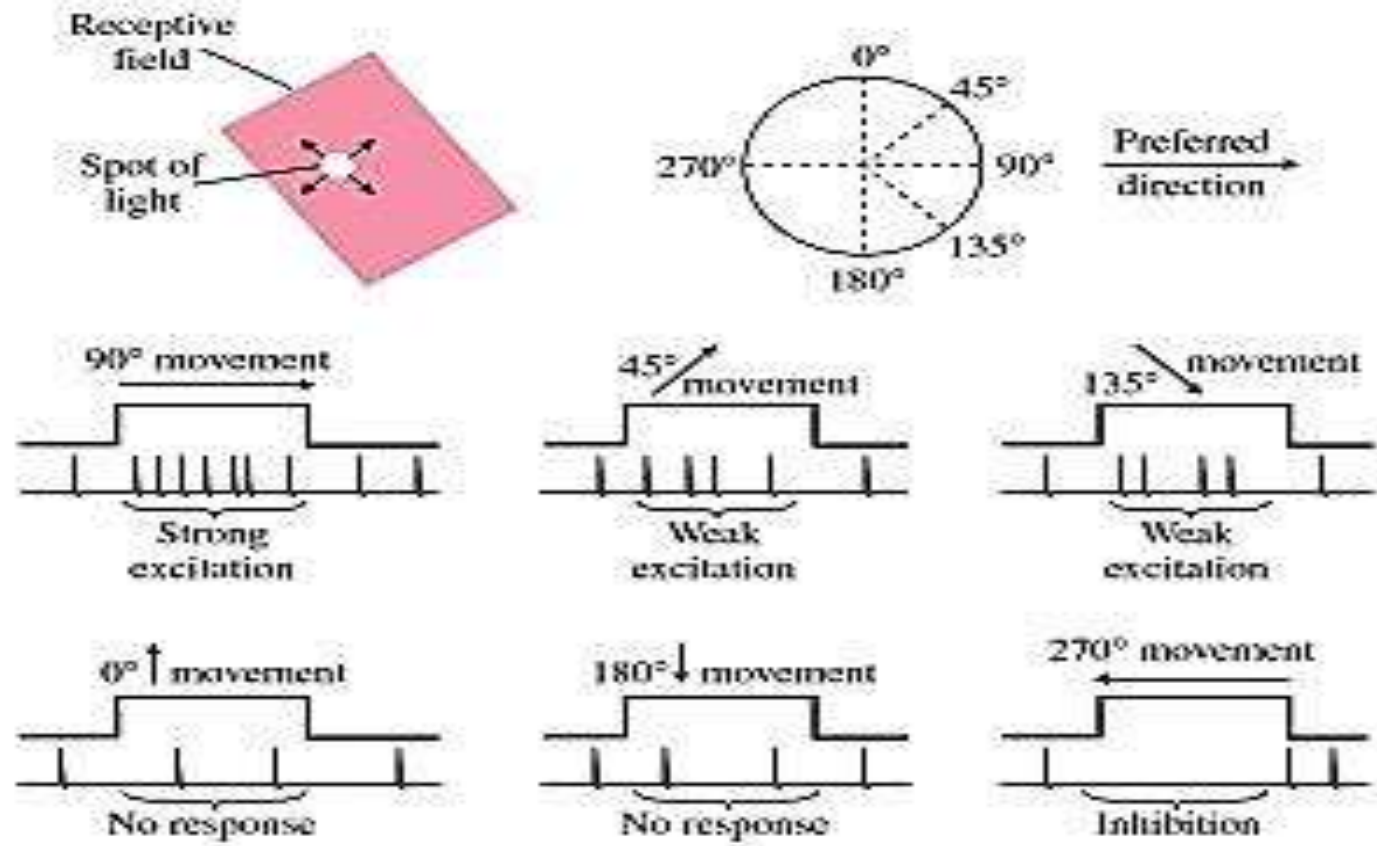
[Jak je pohyb důležitý - http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/startF.htm](http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/startF.htm)

[Zdánlivé pohyby](#)

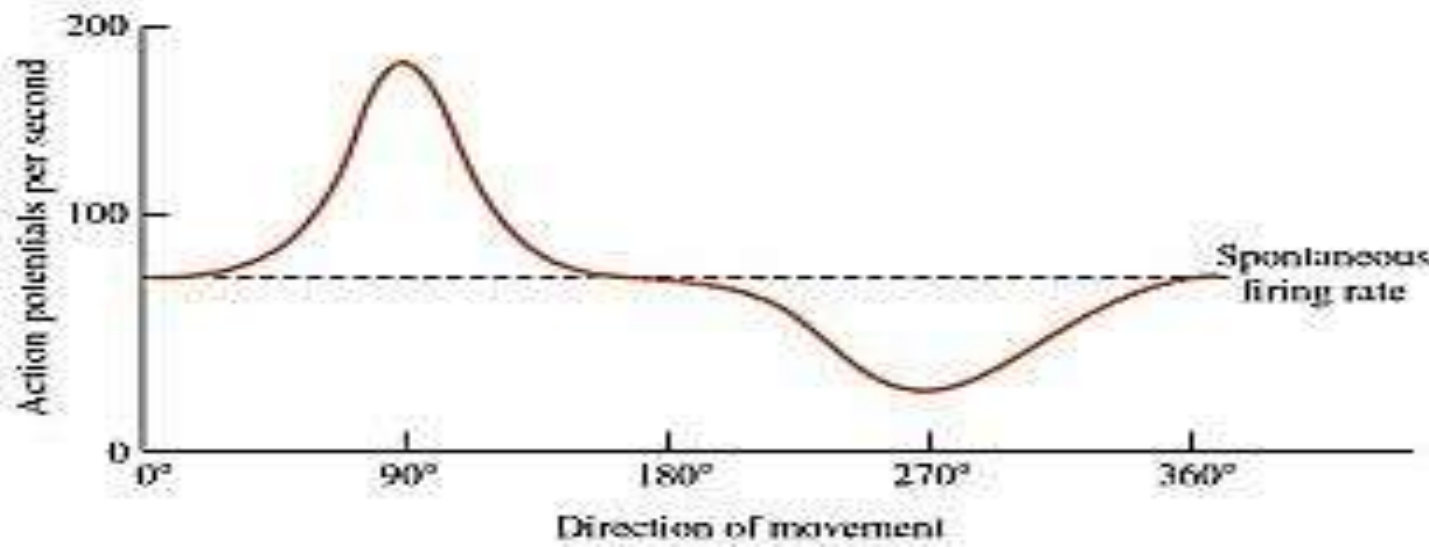
<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap4/occlusionF.htm>

Specialista na směr

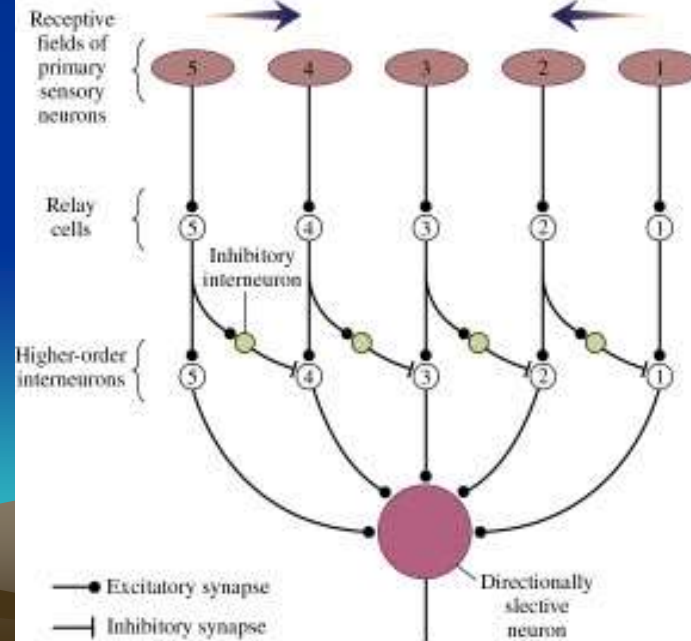
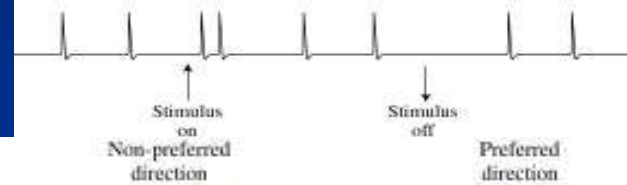
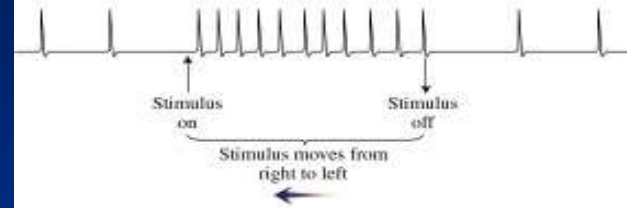
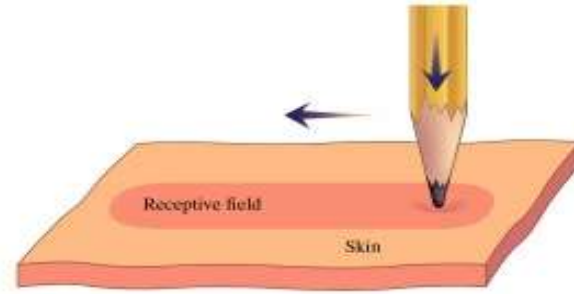
A



B

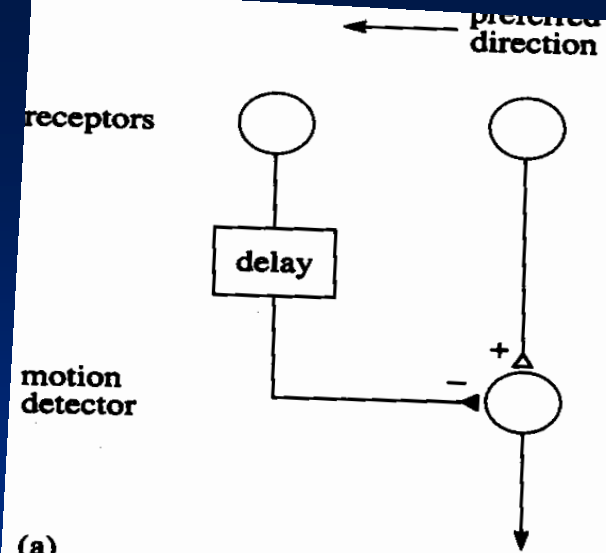


Detektor směru pohybu



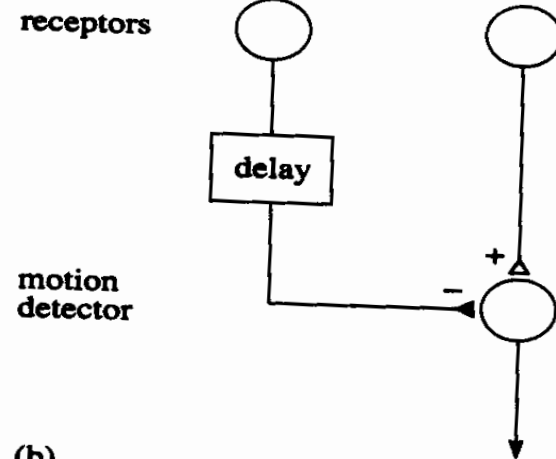
Detektor rychlosti

- <http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/motdetectorF.htm>



(a)

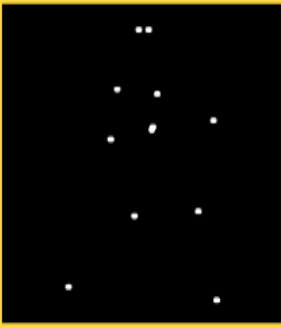
null direction →



(b)

Figure 4.36 Principles of a simple retinal motion detector. See text for explanation.

8.2 Types of Motion



• Introduction

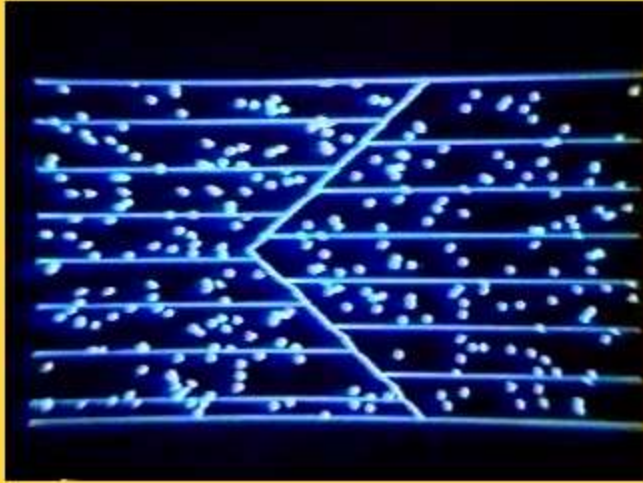
<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/mottypesF.htm>

[Image 1](#) and [Image 2](#) of this part of the activity may at first look like random collections of white dots. But when we put a series of these images together and play them as a movie, as in [Image 3](#), you should get the immediate and compelling perception of a human being walking to the right.

Researchers have found that a great deal of information can be gathered about the activities and even identities of people featured in “dot walker” displays such as this. For example, it has been shown that observers can usually identify the gender of the walker, possibly by calculating the width of his or her shoulders and hips (males typically have broader shoulders and narrower hips than females).

Interestingly, biological motion displays are much easier to identify when the character in the movie is performing a familiar action. [Image 4](#) shows the frames of the movie in [Image 3](#) reversed, so that the person is walking backwards. Although the motion in this movie does appear vaguely familiar, it seems less “natural” than the forward walker in [Image 3](#).

8.2 Types of Motion

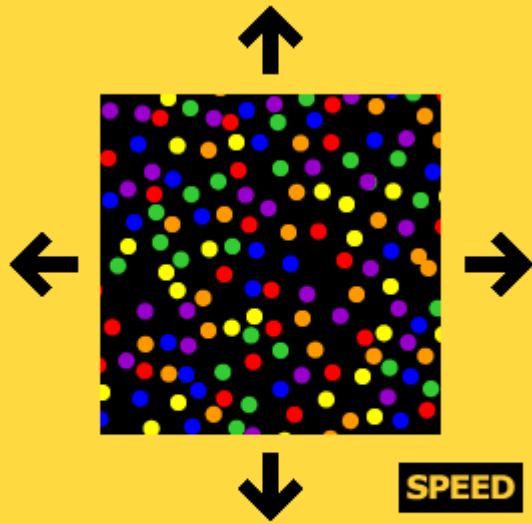


Play Stop

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/mottypesF.htm>

Okraj je vždy „nahore“

8.4 Motion Aftereffects



- Introduction
- Why Does the MAE Occur?
- Interocular Transfer
- More Fun with the MAE

Únava analyzátoru pohybu

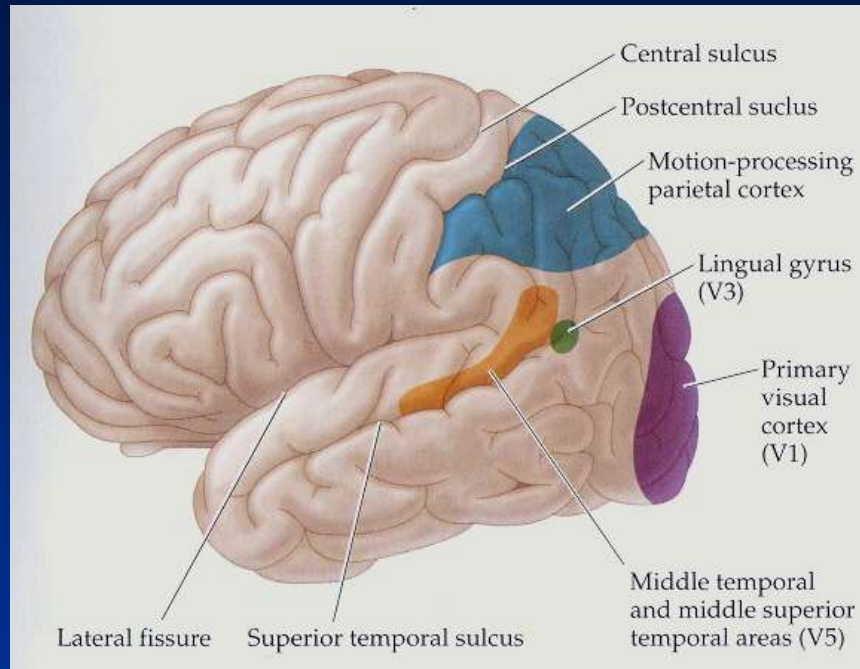
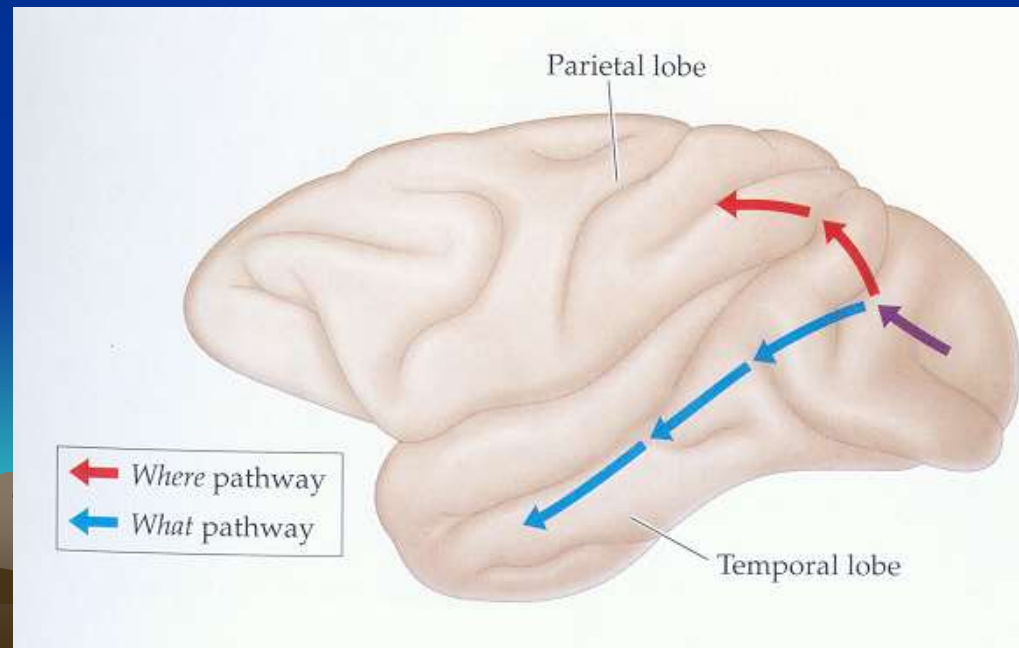
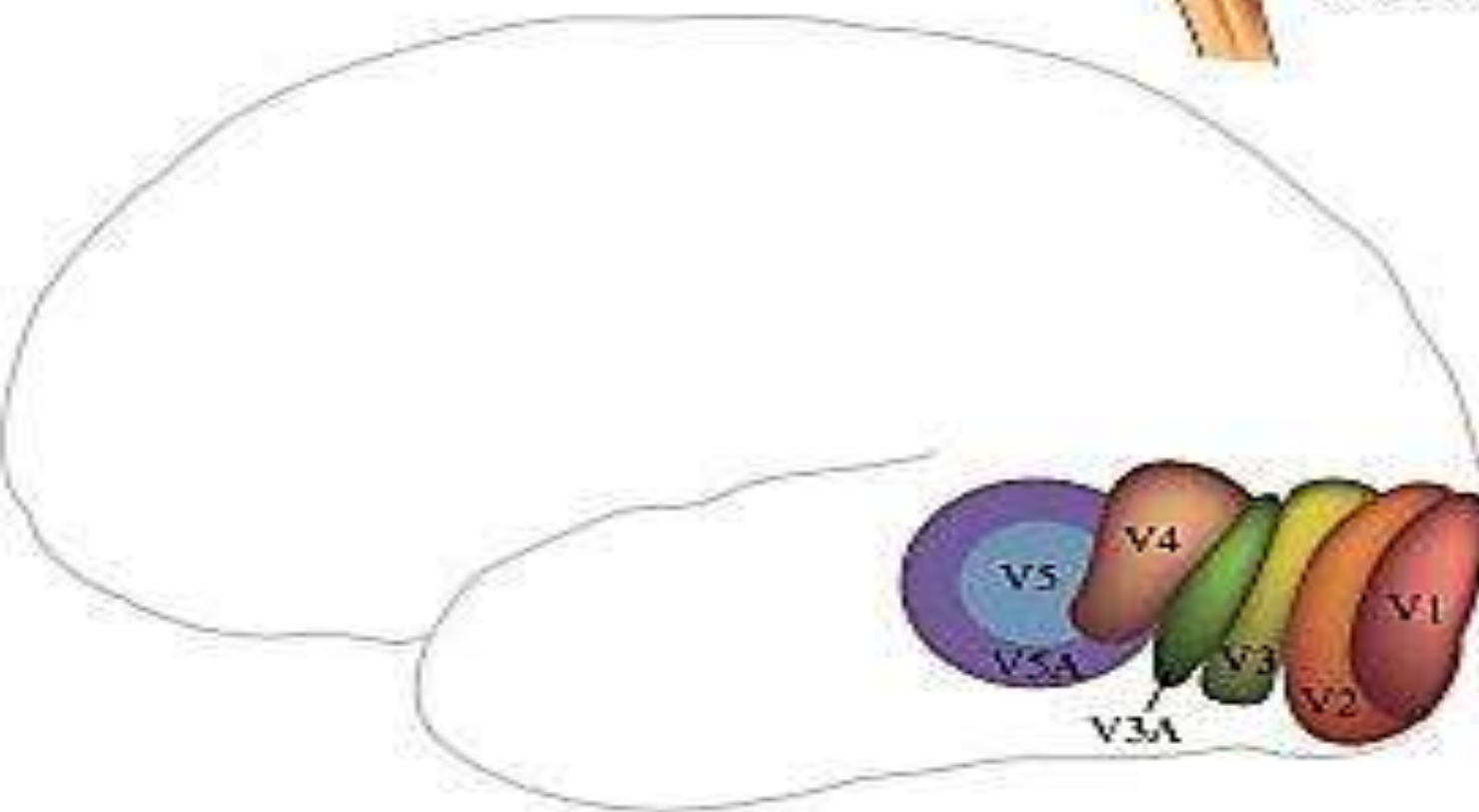
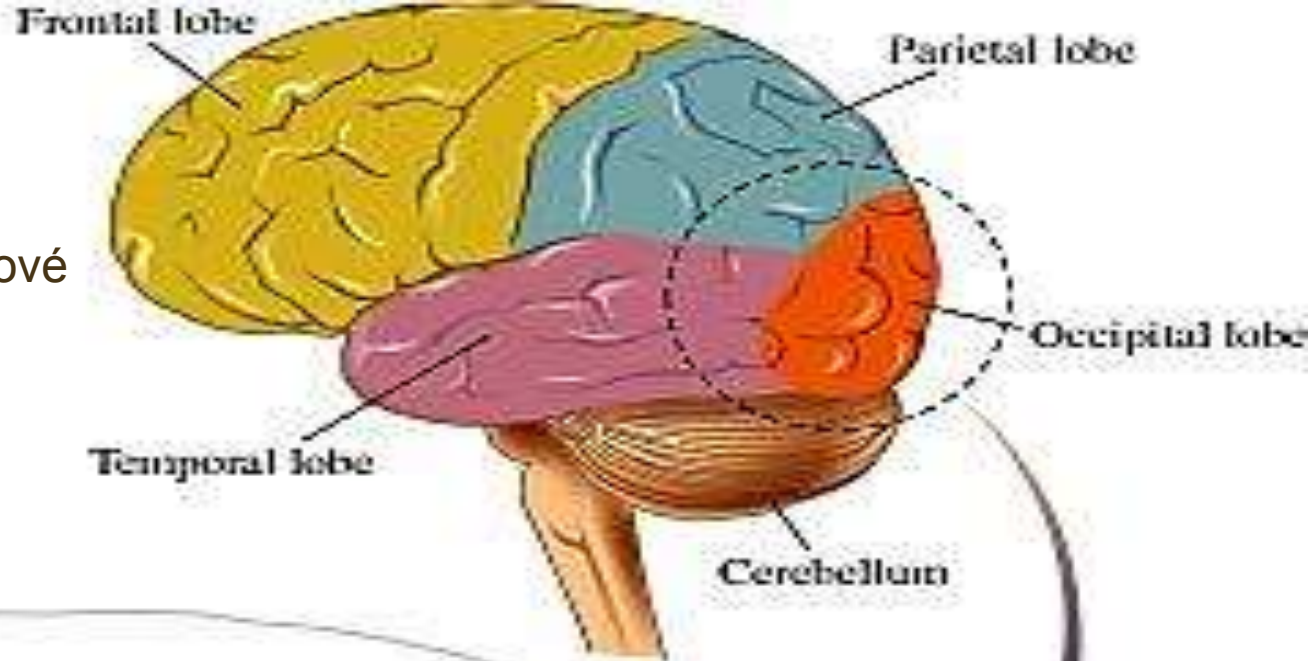
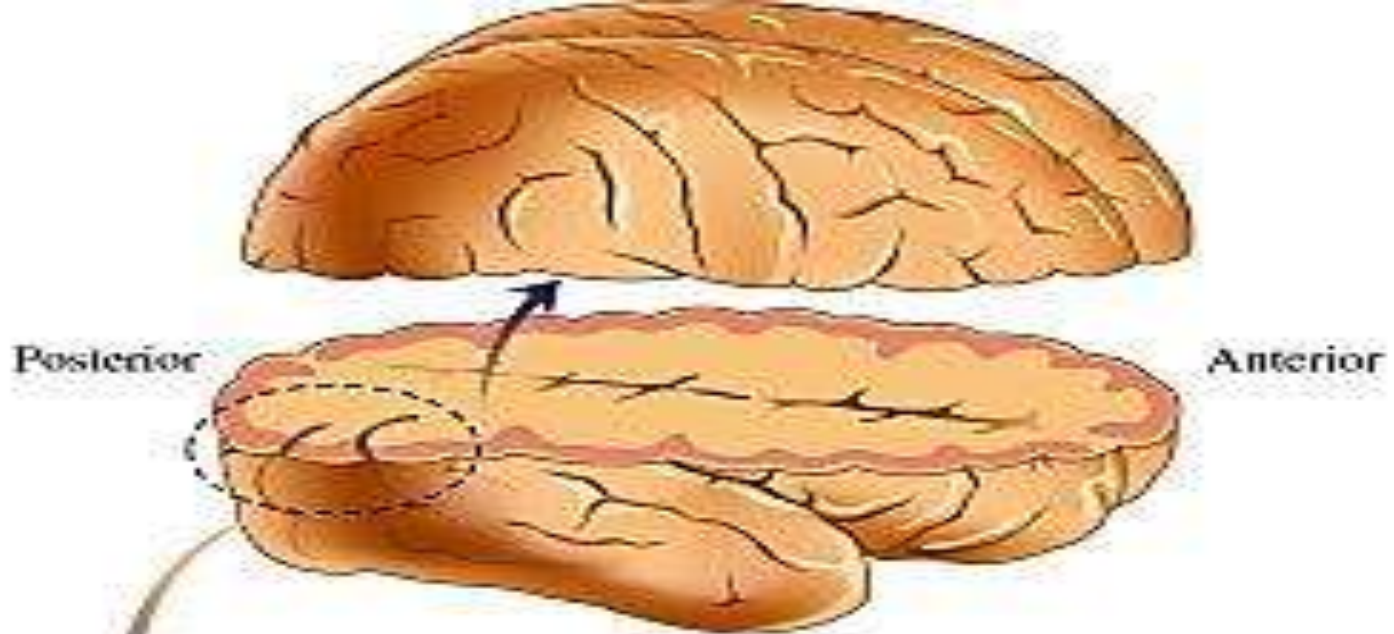


FIGURE 7.7 The middle temporal lobe and other regions of the cortex involved in motion perception.

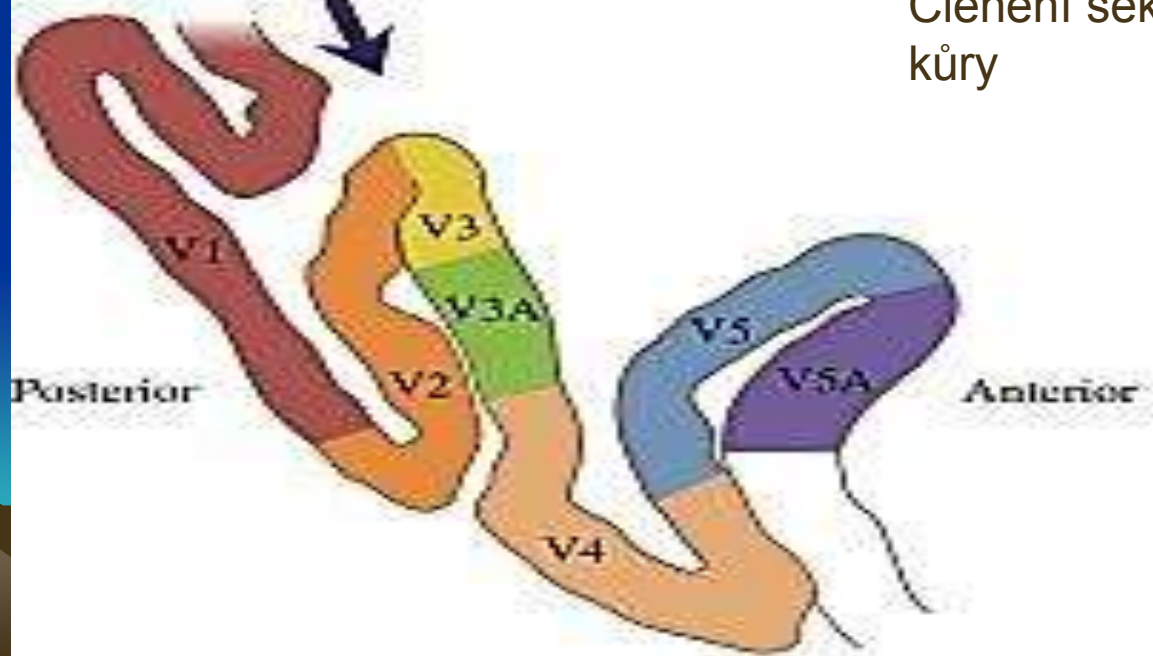


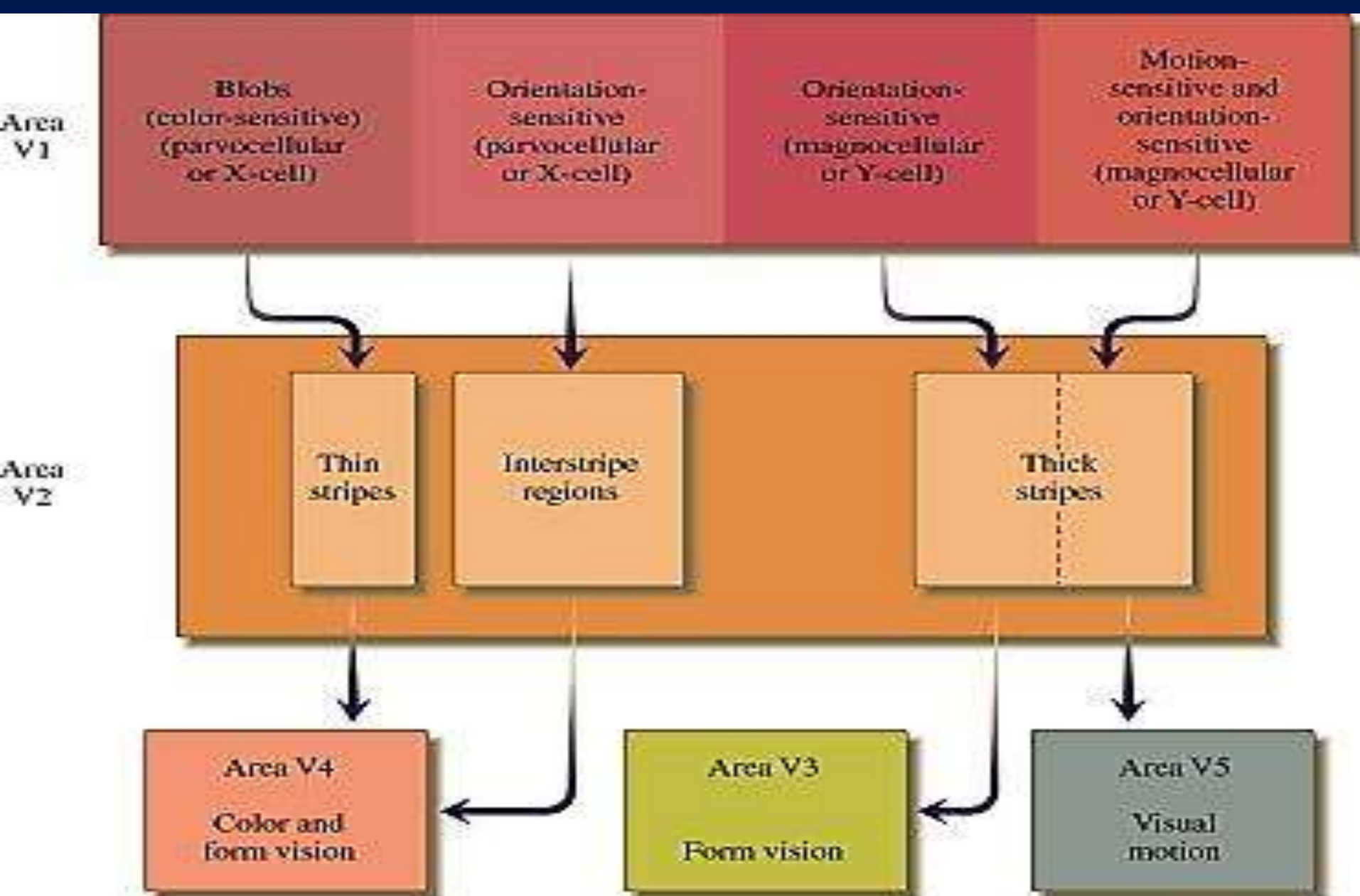
Členění sekundární zrakové kůry





Členění sekundární zrakové kůry

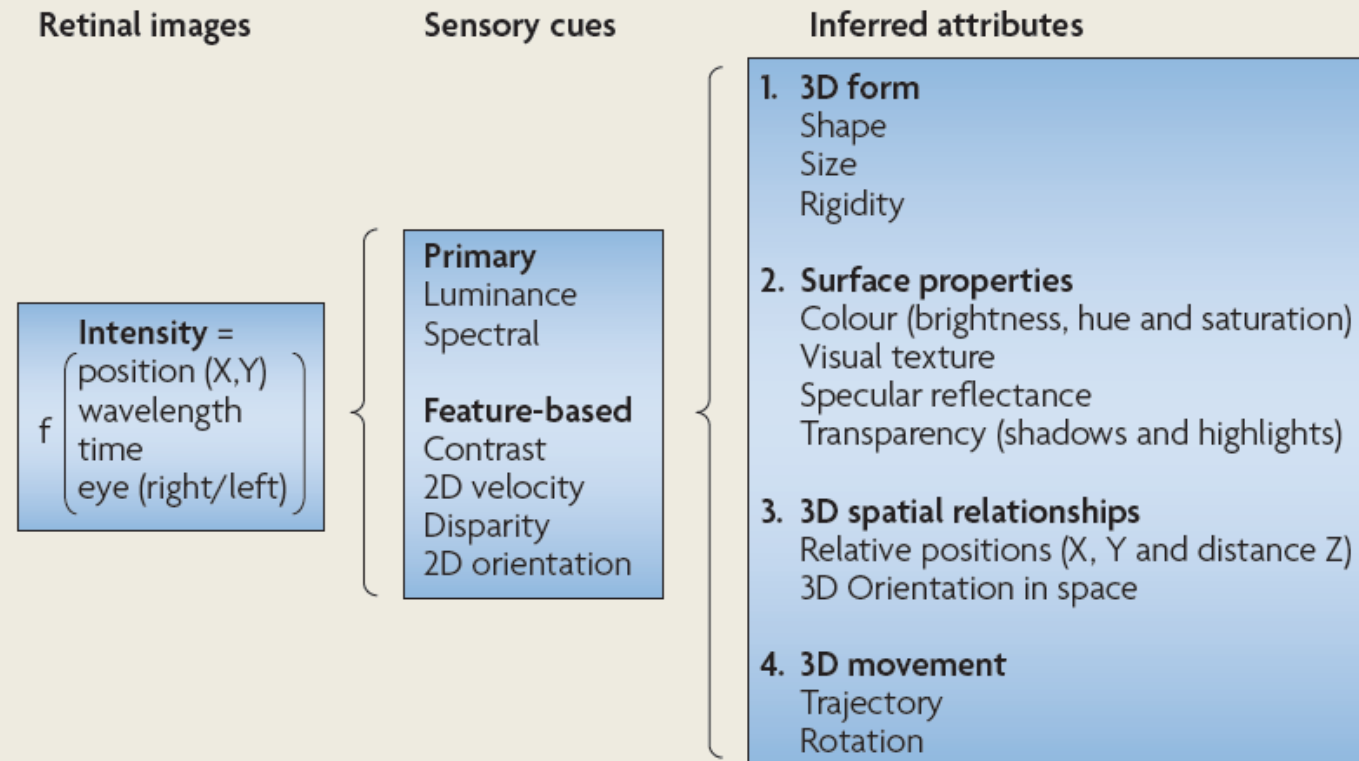




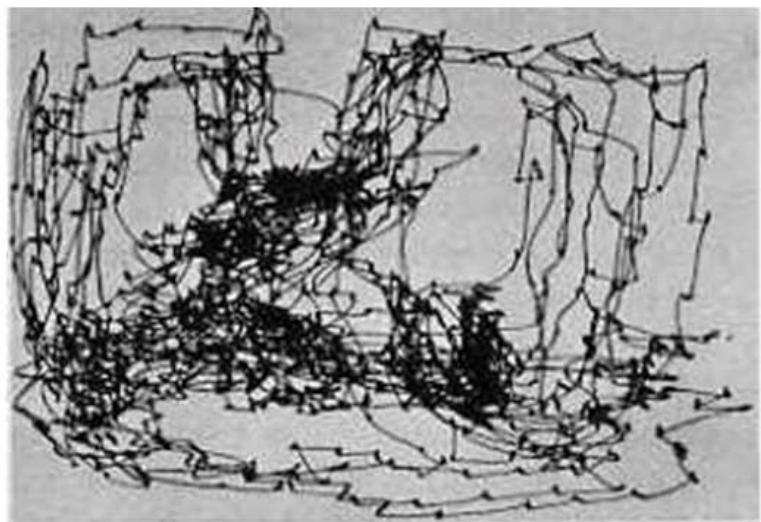
Paralelní zpracování ve zrakové dráze

Box 1 | From retinal input to cortical processing and perception

Visual input is initially encoded in the retina as a two-dimensional (2D) distribution of light intensity, expressed as a function of position, wavelength and time in each of the two eyes. This retinal image is transferred to the visual cortex, where sensory cues and, later, inferred attributes are eventually computed (see the figure). Parallel processing strategies are used from the outset to overcome the constraints of individual ganglion cells' limited bandwidth and the anatomical bottleneck of the optic nerve. Figure is modified, with permission, from REF. 9 © (1988) Elsevier.



Pohyby očí – sakkadické pohyby



A picture is viewed by an observer while we monitor eye position and hence direction of gaze. The eyes jump, come to rest momentarily (producing a small dot on the record), then jump to a new locus of interest. It seems difficult to jump to a void - a place lacking abrupt luminance changes.

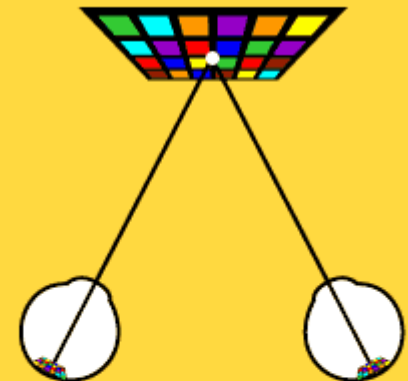


Úkol rozeznat pohyb na sítnici způsobený pohybem očí od vlastních pohybů předmětů

- http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap8/eye_movementsF.htm

Retinal Movement?	Eye Movement?	Object Movement?
No	No	No
Yes	Yes	No
Yes	No	Yes
No	Yes	Yes

8.5 Eye Movements



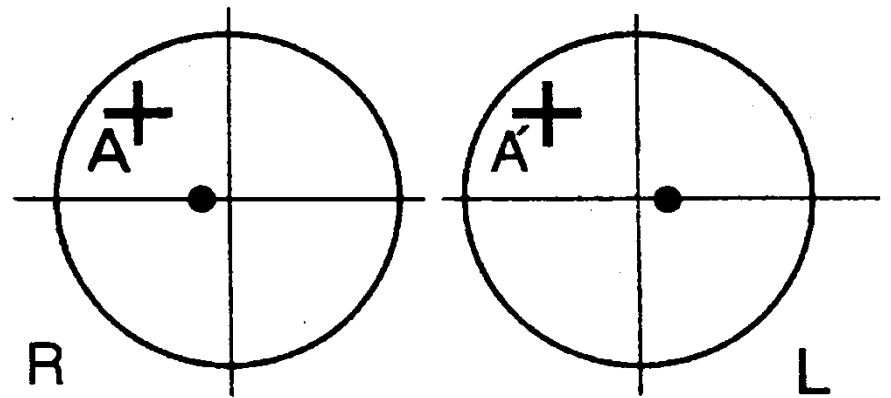
- Introduction
- Voluntary Eye Movements
- Object Movements
- Top Views
- Distinguishing Eye from Object Movements
- Involuntary Eye Movements

Vnímání prostoru

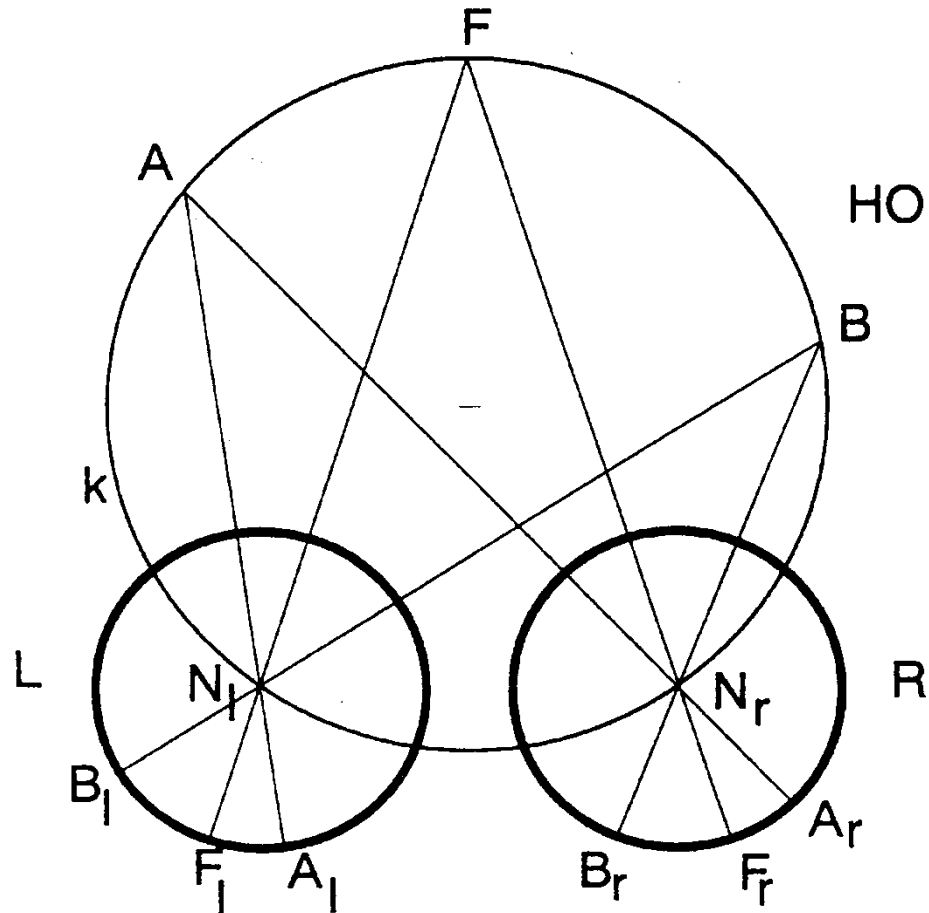


OBR. 57A

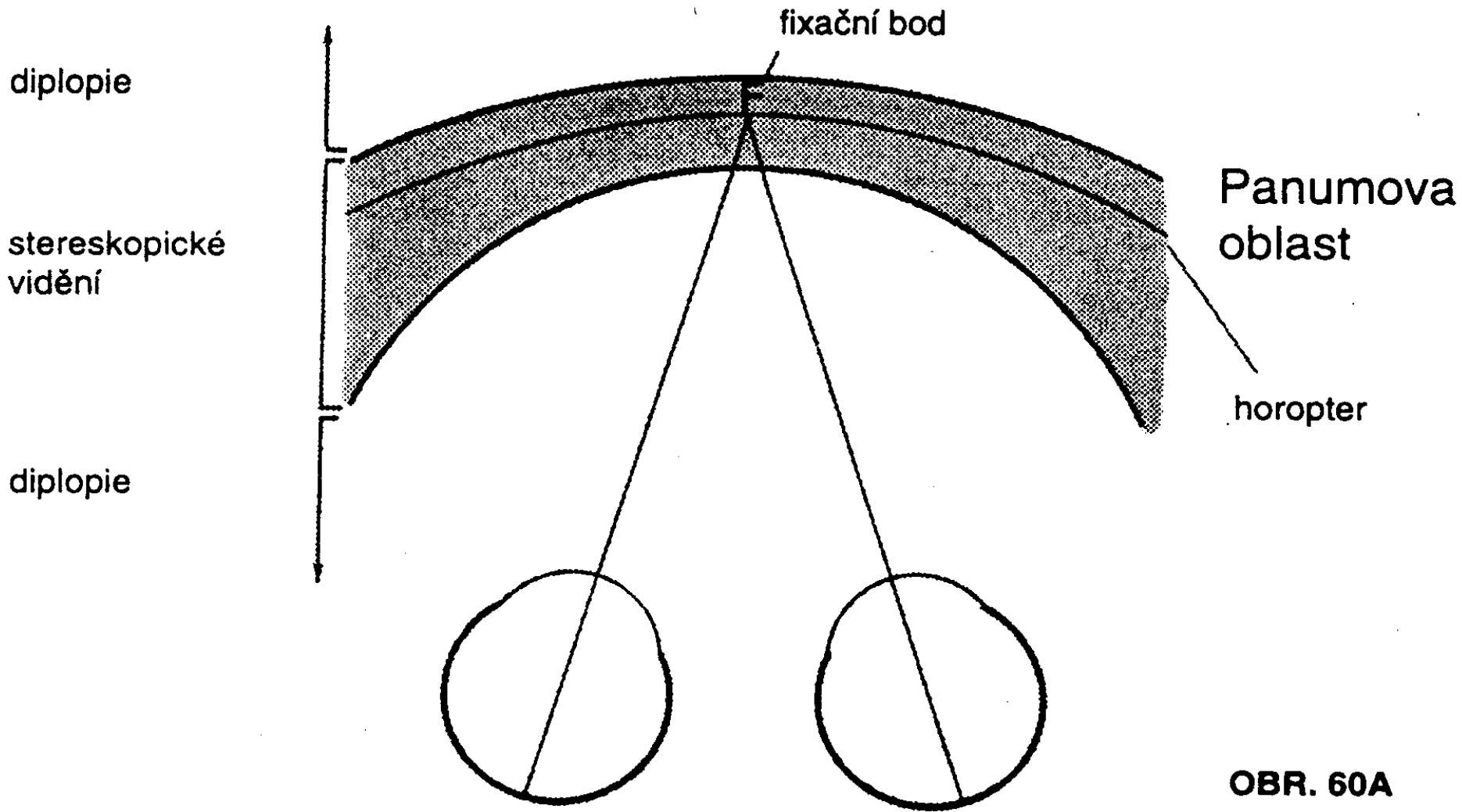
Sítnice pravého (R) a levého (L) oka. Body A a A' značí polohu identických míst. Černá skvrna znázorňuje centrální jamku.



OBR. 58A



HOROPTEROVÁ
KRUŽNICE

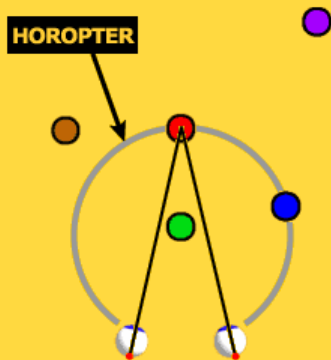


OBR. 60A

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap6/disparityF.htm>



6.2 Binocular Disparity



Shifting Focus

The figures at left now show what happens if the disembodied eyeballs' gaze is shifted, so that they are focused on the green cylinder rather than the red cylinder. (Click any of the cylinders or the link below to toggle back and forth between focusing on the green and red cylinders.) As you can see, disparity information shifts as gaze direction is shifted (although the changes are made much more dramatic than normal in this scene because the objects are all placed so close to the viewer).

In particular, note that images of the blue cylinder, which fall on corresponding retinal points when the eyeballs are focused on the red cylinder, fall on disparate retinal points when gaze is shifted to the green cylinder. Indeed, the whole horopter shifts along with the shift in focus. This illustrates the fact that binocular disparity provides only relative depth information: The disparities of the various objects in the environment tell us how far away objects are relative to the horopter, but we cannot tell exactly how far away the horopter is, and furthermore the horopter changes every time we look at a new object!

This demonstration should also impress upon you the incredible amount of computation that the visual system must carry out to achieve stereopsis. Every time we shift our gaze, the system instantaneously recalculates the disparity information from every object in view, updating our sense of three-dimensional space.

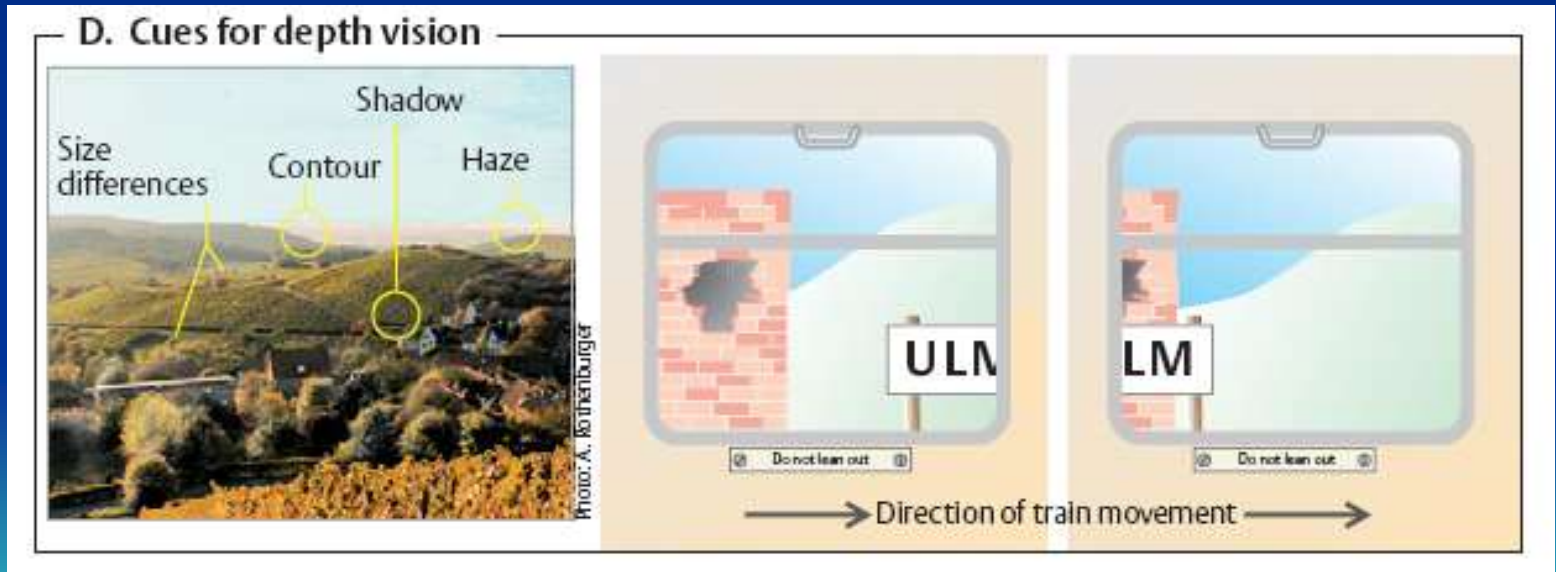
- [Toggle focus](#)
- [Do another disparity demonstration](#)
- [Return to the activity introduction](#)

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap6/disparityF.htm>

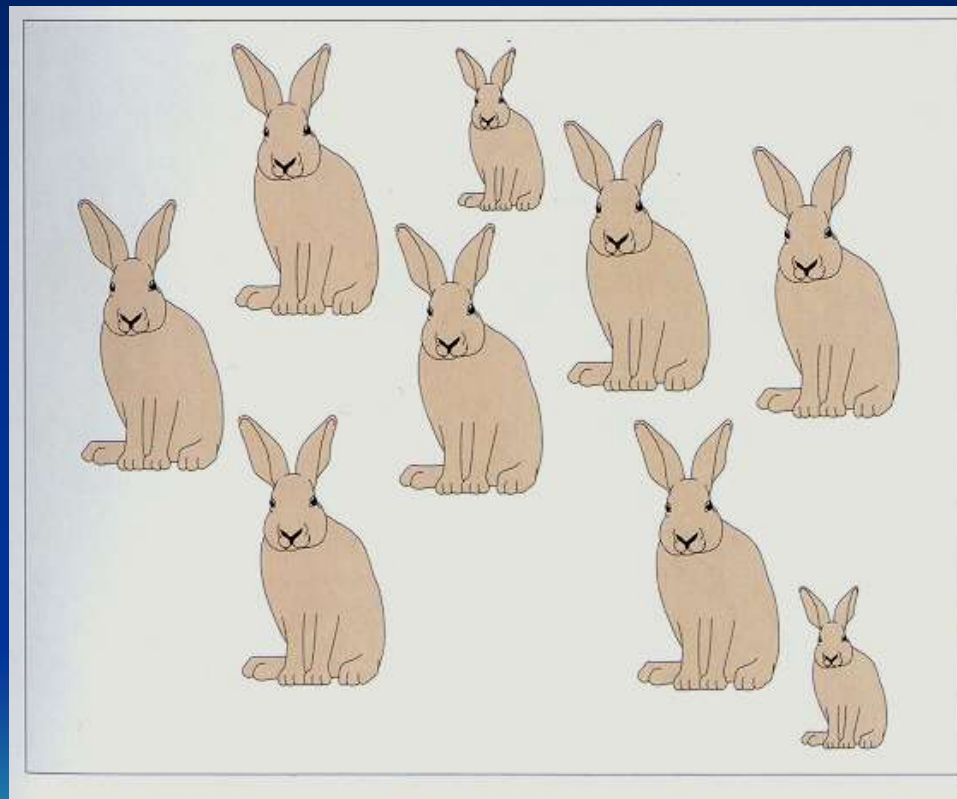
- Binokulární neurony – fúze obrazů
- Sloupečky retinální disparace



Další metody konstrukce prostoru.



Jsou stejně malí, ale nevypadají...



Interpretace viděného rozeznávání objektů



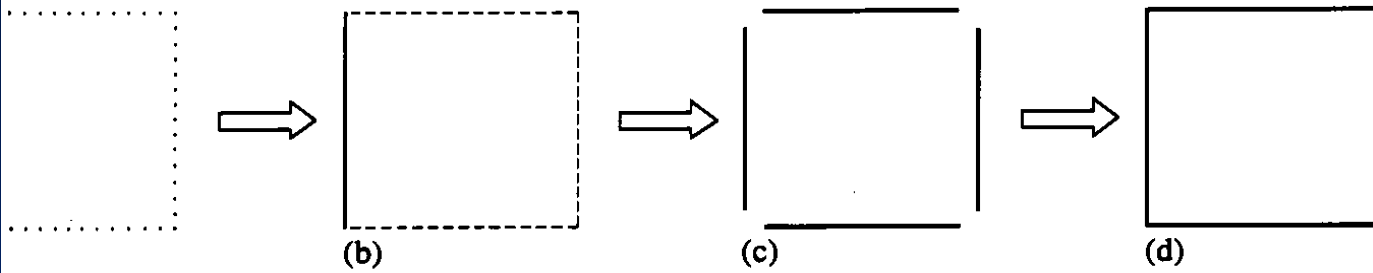


Figure 4.51 Descriptive advantages of visual grouping. See text for explanation.

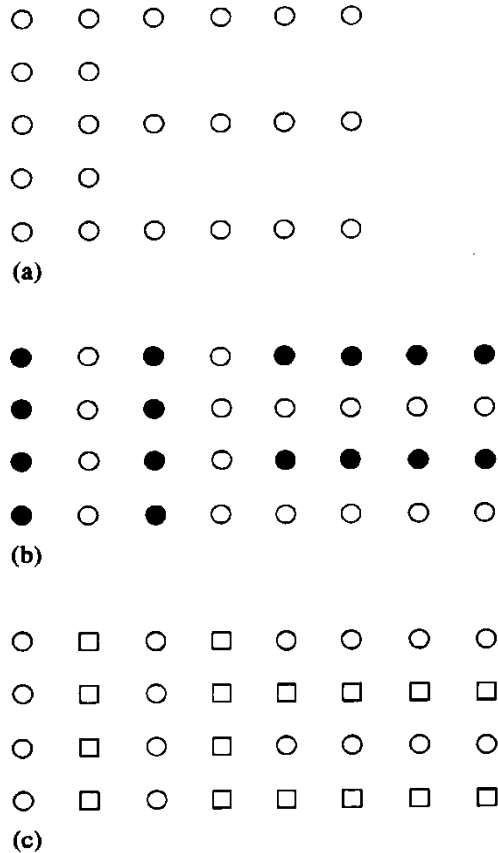
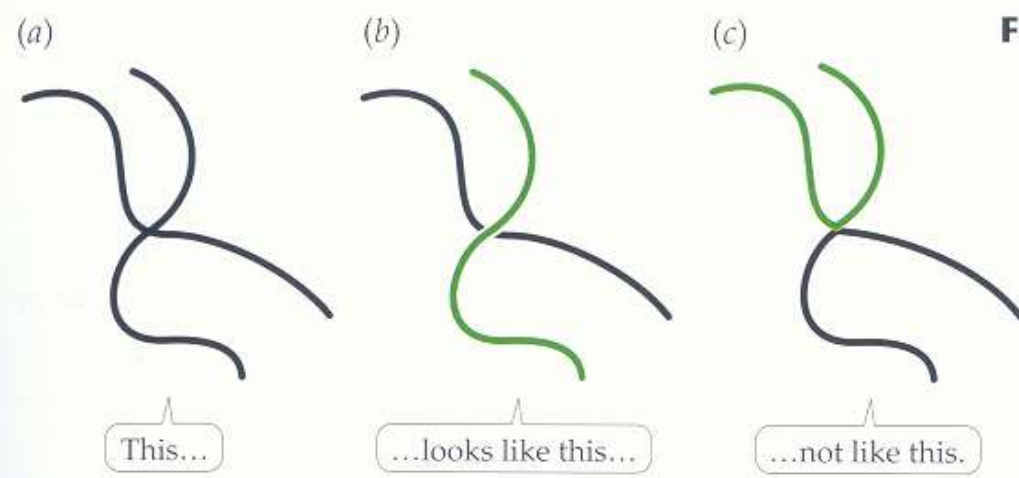


Figure 4.50 Examples of visual grouping: (a) Grouping by spacing. (b) Grouping by colour. (c) Grouping by shape.

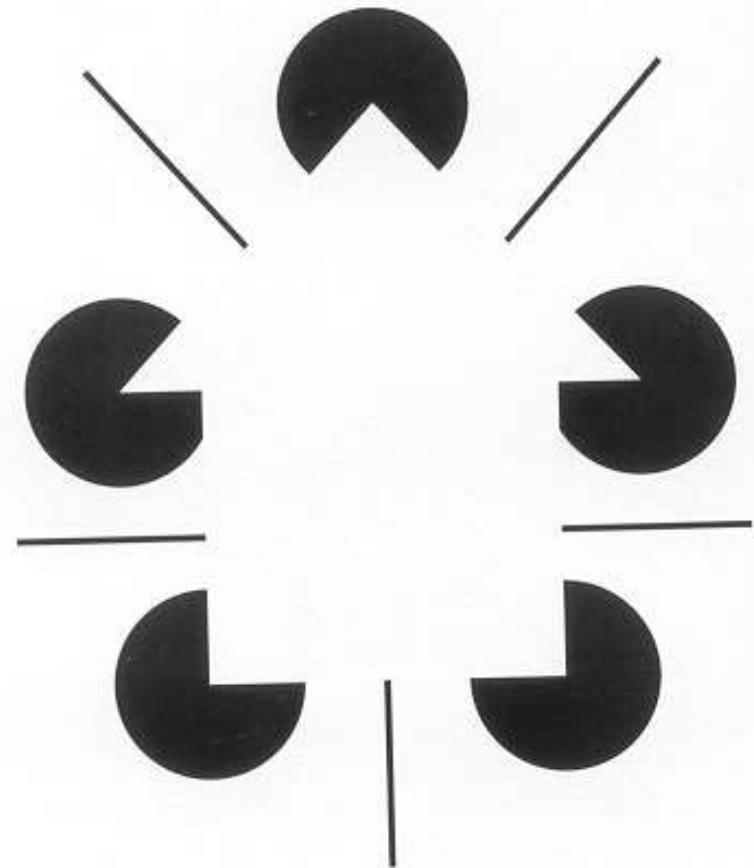
Seskupování
Podle kontrastních
linií

<http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap4/gestaltF.htm>

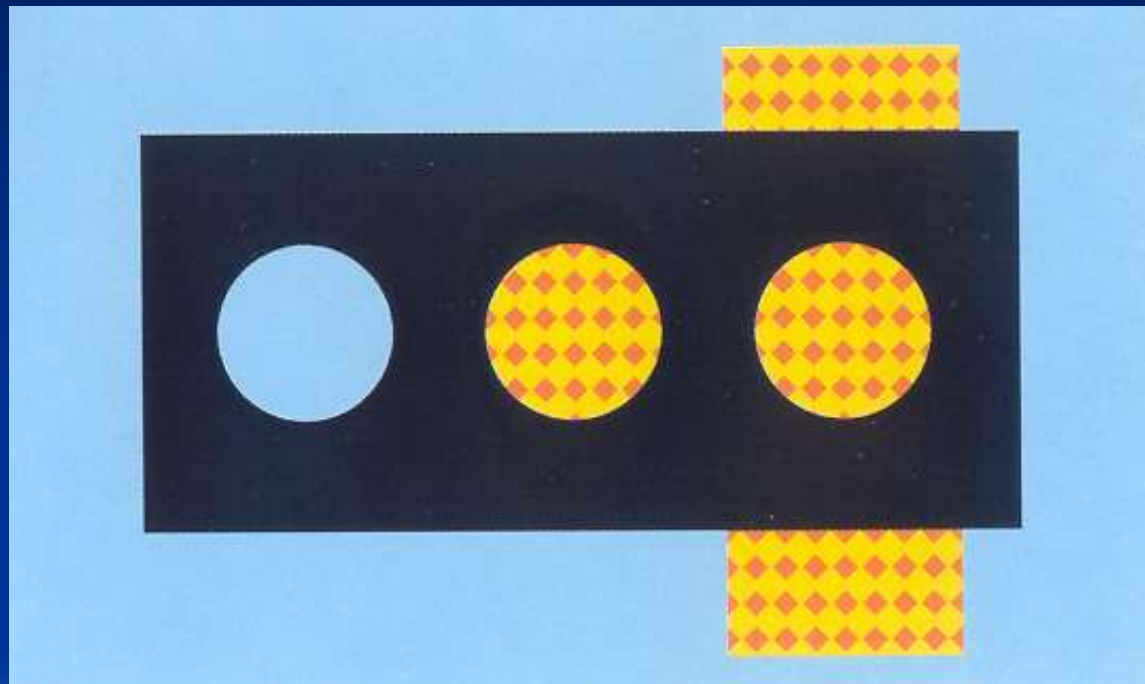
FIGURE 4.7 The Gestalt principle of good continuation.



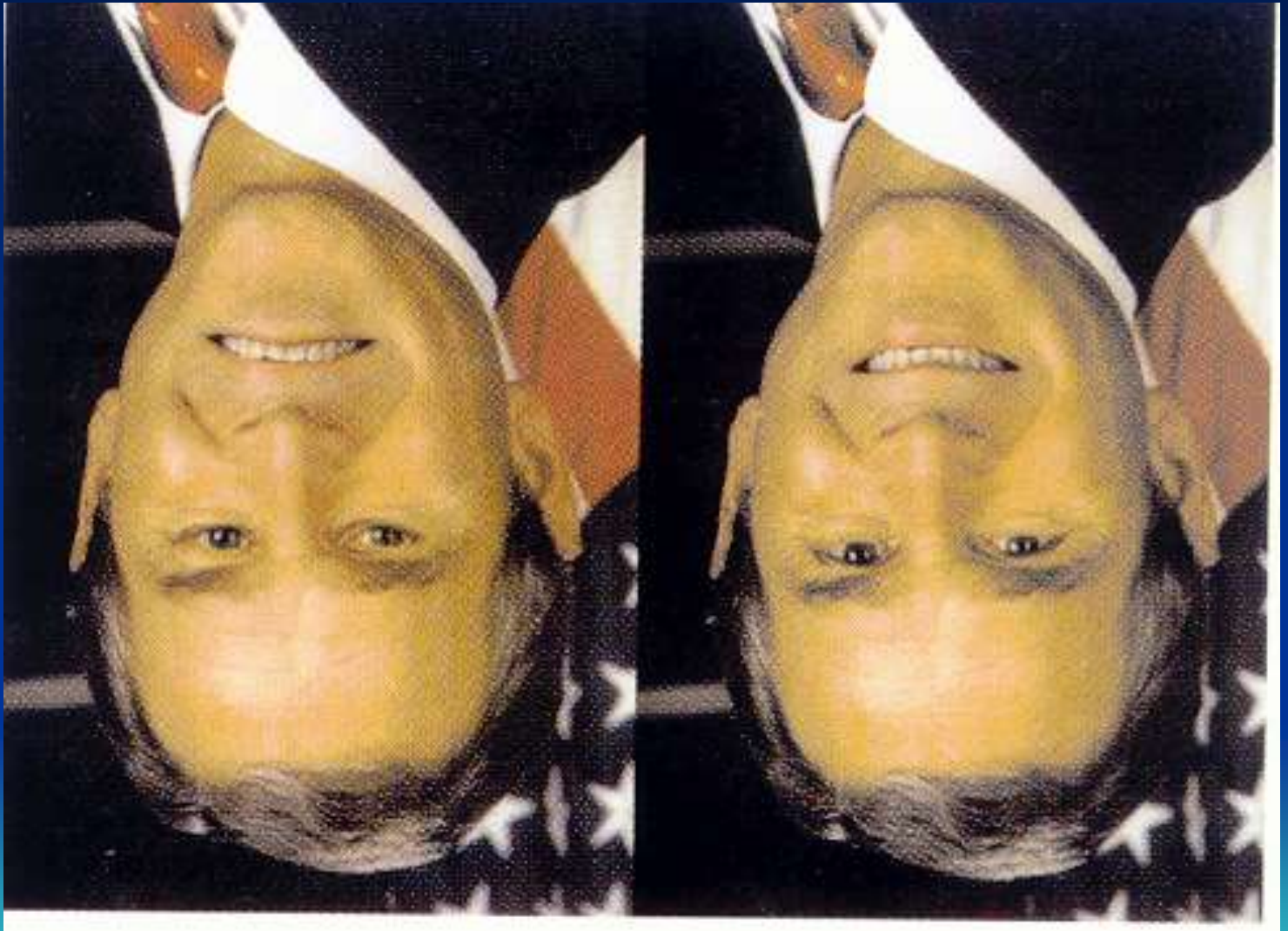
Seskupování
Podle kontrastních
Liníí
Hledání hran, kontur

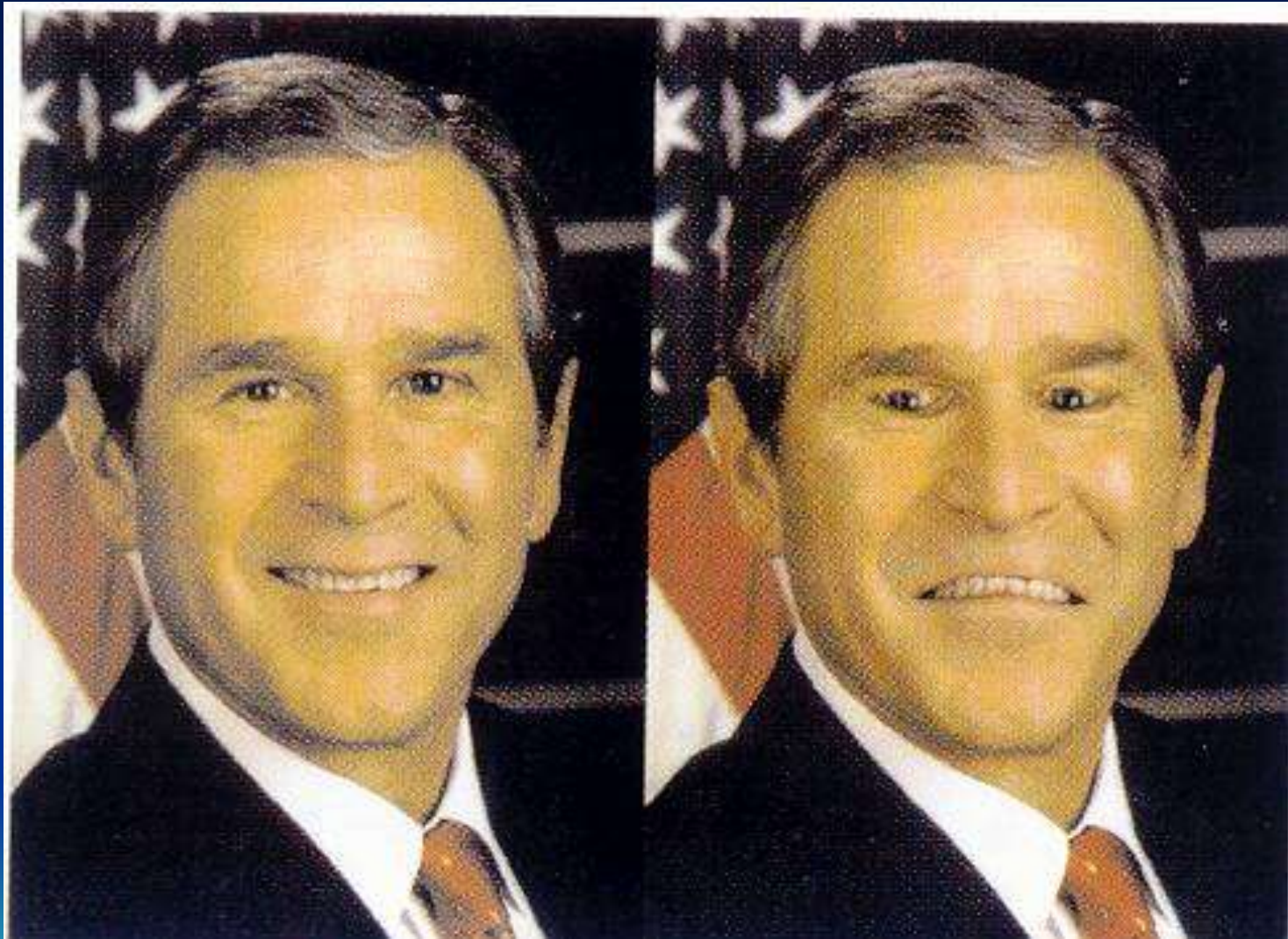


Okluze - překrývání
Co je obrázek a co díra?



Orientace v prostoru nesmí být zásadní pro interpretaci
Obrácené tváře vnímáme jinak (hůře) než normálně orientované





Zkušenost – rozeznáme tvar i z různých úhlů

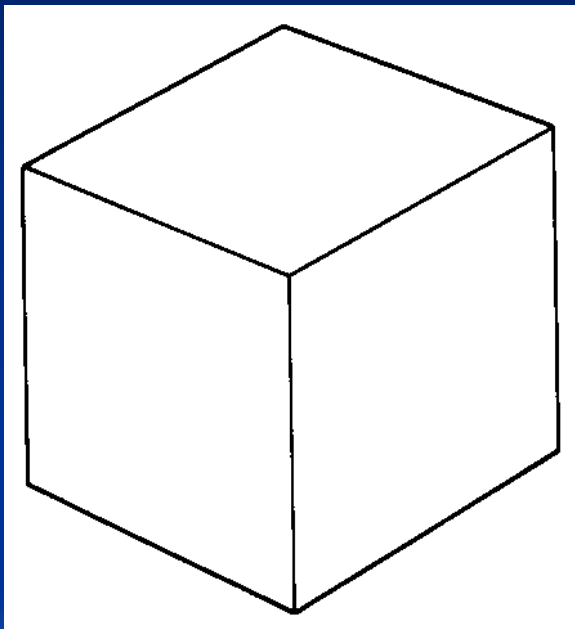


FIGURE 4.1 (a) A house. (b) Paul Cézanne's *Chateau Noir* (1902–05). (c) Even though a viewpoint shift has radically changed the retinal image, you know that this is the same house as in Figure 4.1a.



middle (midlevel) vision A loosely defined stage of visual processing come after basic features have been extracted from the image



Iluze 1

Iluze 2

Iluze 3

Zdánlivý pohyb

Jak je pohyb důležitý

Analýza biologického pohybu



Psychofyzologie

- Poznávací procesy
 - Asociační korové oblasti
 - Parasensorické
 - Prefrontální
 - Paralimbická



Parasensorické

- Unimodální – sekundární korové oblasti jednotlivých smyslů. Léze vedou k agnosiím.
 - Zrakové:
 - Pro kresby
 - Prosopagnosie – pro tváře
 - Pro pohyb
 - Pro hloubku prostoru



Parasensorické

- Unimodální – sekundární korové oblasti jednotlivých smyslů. Léze vedou k agnosiím.
 - Sluchové:
 - Čistá slovní hluchota, ale mluvení, čtení, psaní ano
 - Pro neverbální zvuky



Parasensorické

- Unimodální – sekundární korové oblasti jednotlivých smyslů. Léze vedou k agnosiím.
 - Somatosensorické:
 - Astereognosie – neschopnost poznat hmatem



Parasensorické

- Polymodální

- Hemineglect syndrom: ignorace vizuálních, somatosensorických, sluchových podnětů z jedné poloviny těla

Schopnost pravé hemisféry sdělovat a vnímat emocionální komponentu řeči.

Aprosodie- neschopnost: motorická, sensorická.

