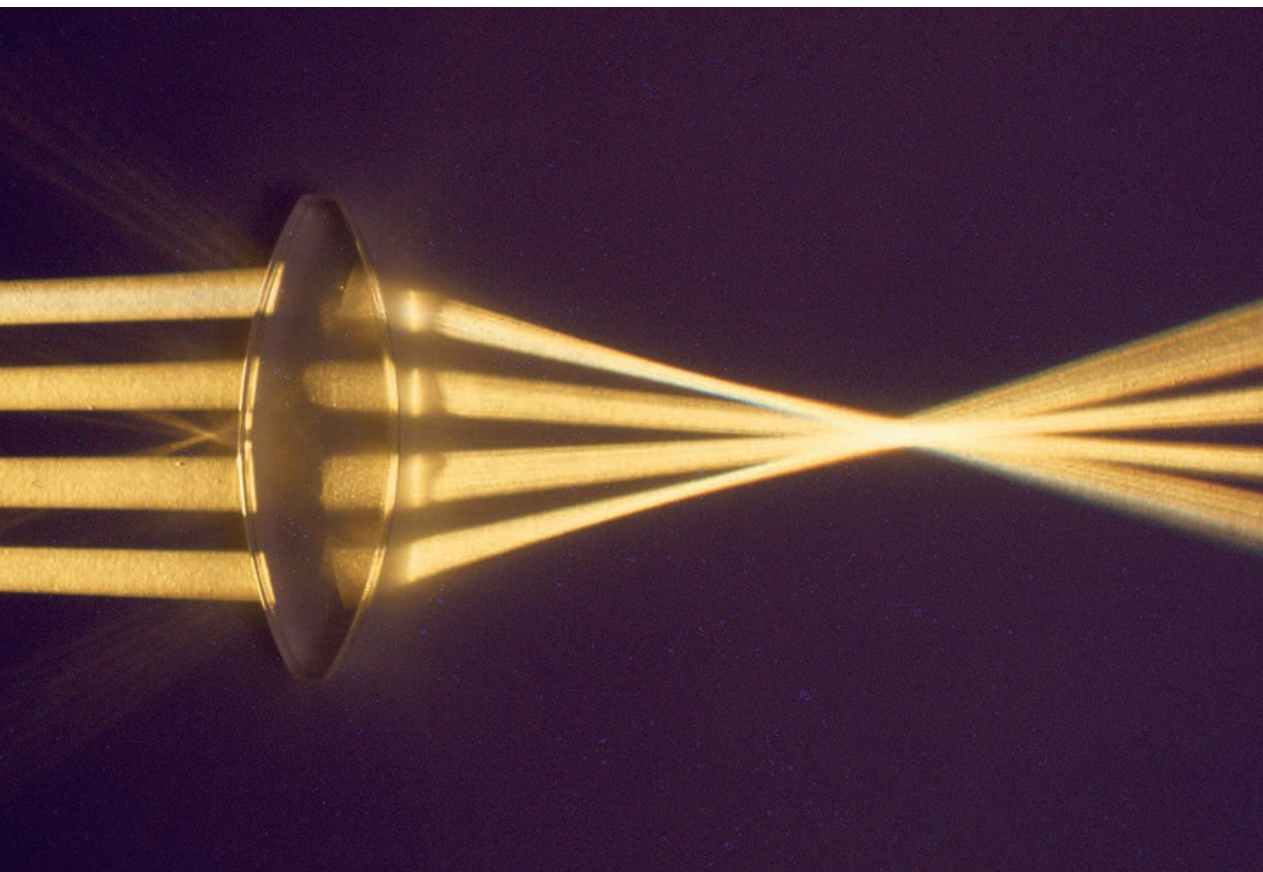


Svatopluk Synek, Šárka Skorkovská

Fyziologie oka a vidění

2., doplněné a přepracované vydání



Svatopluk Synek, Šárka Skorkovská

Fyziologie oka a vidění

2., doplněné a přepracované vydání

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc., doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

FYZIOLOGIE OKA A VIDĚNÍ

2., doplněné a přepracované vydání

Recenze:

Prof. MUDr. Anton Gerinec, CSc.

Prof. MUDr. Jaroslav Řehůřek, CSc.

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství
Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2014

Cover Photo © fotobanka allphoto, 2014

Obrázky 2, 9, 19, 23, 31, 46, 50, 51 podle předloh autorů překreslil MgA. Radek Krédl.

Obrázky 1, 3, 8, 10, 15–18, 20–22, 24, 26–28, 29, 32–35, 38, 42, 45, 47, 49, 52 převzaty z prvního vydání knihy.

Obrázky 4–7, 11–14, 25, 30, 36, 37, 39–41, 43, 44, 48 dodali autoři.

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 5651. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Dita Váchová

Sazba a zlom Josef Pavlík

Počet stran 96 + 12 stran barevné přílohy

2. vydání, Praha 2014

Výtiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-3992-2

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE

ISBN 978-80-247-8944-6 ve formátu PDF

ISBN 978-80-247-8499-1 ve formátu EPUB

Úvod.....	7
I Anatomie a biochemie zrakového ústrojí	9
1 Oční koule	11
1.1 Stěna oční koule	11
1.1.1 Zevní vazivová vrstva	12
1.1.2 Prostřední vrstva (tunica vasculosa – uvea)	19
1.1.3 Vnitřní vrstva oka (tunica interna nebo sensoria bulbi).....	21
1.2 Obsah oční koule	24
1.2.1 Čočka.....	24
1.2.2 Sklivec	26
1.2.3 Oční komory (camerae bulbi)	27
1.2.4 Komorový mok.....	29
2 Přídavné oční orgány – organa oculi accessoria	31
2.1 Očnicové svaly	31
2.1.1 Okohybné svaly	31
2.1.2 Hladké svaly očnice	33
2.2 Vazivový aparát očnice	33
2.2.1 Periorbita.....	33
2.2.2 Pochva oční koule	34
2.2.3 Očnicové tukové těleso	34
2.3 Víčka – palpebrae	34
2.3.1 Skladba víčka	34
2.4 Spojivka – tunica conjunctiva.....	36
2.4.1 Cévy a nervy víček a spojivky.....	37
2.5 Slzné ústrojí – apparatus lacrimalis	37
2.5.1 Slzná žláza	37
2.5.2 Vývodné slzné cesty.....	37
2.5.3 Struktura slzného filmu.....	39
2.5.4 Produkce slz	40
2.5.5 Dynamika slzného filmu.....	40
3 Cévy oka, očnice a zraková dráha	41
3.1 Tepny očnice	41
3.2 Žíly očnice.....	42
3.3 Cévy a nervy slzné žlázy	42
3.4 Zraková dráha.....	42
3.4.1 Pupilární reflex.....	43
4 Funkční topografie mozkové kůry	45
4.1 Senzitivní a senzorické korové oblasti.....	45
4.1.1 Zrakové korové oblasti	45
4.2 Frontální zrakové (motorické) pole.....	46
II Fyziologie vidění	47
5 Refrakční vlastnosti oka	49
6 Fyziologie cévního systému oka	50
7 Nitrooční tekutina.....	51
7.1 Chemické složení	51
7.2 Hematookulární bariéra	51
7.2.1 Komorová voda a osmotická výměna.....	51
7.2.2 Morfologie hematookulární bariéry	52
8 Cévnatka a pigmentový epitel	53
9 Nitrooční tlak.....	54
9.1 Impresní tonometrie	54
9.2 Aplanační tonometrie	54
9.3 Bezkontaktní pneumatická tonometrie.....	55
9.4 Vliv osmolarity krve.....	55

9.5	Kritický nitrooční tlak	56
9.6	Vliv nervového systému na sekreci nitrooční tekutiny a nitrooční tlak	56
9.7	Farmakologické účinky na nitrooční tlak	56
9.7.1	Adrenergní receptory	56
9.7.2	Parasympatomimetika	56
9.7.3	Inhibitory karboanhydrázy	57
9.7.4	Prostaglandiny	57
9.7.5	Vliv kortikosteroidů na nitrooční tlak	57
10	Akomodace oka	58
10.1	Stimulus akomodace	58
10.2	Presbyopie	58
11	Rozlišování intenzity světla a duplicitní teorie vidění	60
12	Fotochemie zrakových pigmentů	61
13	Rozlišování barev a teorie barevného vidění	62
13.1	Poruchy barvocitu	62
13.2	Elektrofyzologie barevného vidění	63
14	Zraková ostrost	64
15	Elektrofyzologie sítnice	66
15.1	Elektroretinogram	66
15.2	Elektrookulografie (EOG)	67
15.3	Receptorový potenciál	67
15.4	Aktivita horizontálních, bipolárních a amakrinních buněk	68
15.5	Funkce gangliových buněk	69
16	Fyzologie vidění, psychofyzika zrakové ostrosti a vnímání kontrastů	70
16.1	Stilesův-Crawfordův efekt, Machova pásma	70
16.2	Metakontrast čili zpětné maskování	70
16.3	Vnímání pohybu podnětu zrakem	71
17	Fyzologie očních pohybů	72
17.1	Analýza očních pohybů	72
17.1.1	Pohyby očí během fixace	73
17.1.2	Stabilizované obrazy na sítnici	73
17.1.3	Velké oční pohyby	73
17.2	Prostorové vidění	74
17.3	Binokulární vidění	74
17.4	Hlubkové, stereoskopické vidění	75
18	Zorné pole	76
19	Psychofyzologie zraku – iluze a vyvolané odpovědi	77
19.1	Entoptické fenomény	77
19.1.1	Entoptické obrazy vznikající v zevní plexiformní vrstvě sítnice: Haidingerovy svazky	79
19.2	Zrakové evokované potenciály	79
20	Náhrady sítnice – sítnicové protézy	81
Rejstřík		83
Souhrn		87
Summary		89

Úvod

Základy rozvoje fyziologie smyslů je třeba hledat v renesanční době. Podíleli se na nich Leonardo da Vinci, Johannes Kepler, Isaac Newton, Thomas Young a mnozí další. Základy fyziologie smyslů jako nového medicínského oboru položil v 19. století Jan Evangelista Purkyně. V dizertační práci „Příspěvky k poznání zraku z hlediska subjektivního“ formuloval základy experimentálních přístupů, které se používaly v průběhu 19. století. Mnohé smyslové jevy byly označeny jeho jménem: Purkyňovy obrázky, vznikající na přední a zadní ploše čočky, nebo Purkyňův fenomén – změna citlivosti zraku pro barvy vlivem mesopického vidění. K objasnění funkce zrakového orgánu přispěli i vědci z jiných medicínských oborů – anatomové, histologové, biochemici. V druhé polovině 19. století vynikli ve fyziologii zraku dva badatelé: Karl E. K. Hering, který studoval především pohyby oka a barevné vidění, a Hermann von Helmholtz, jenž formuloval trichromatickou teorii barevného vidění. Moderní vyšetřovací postupy ve 20. století přinesly nové poznatky o biochemii nervových přenosů, rodopsinu, nové elektrofyziologické vyšetřovací postupy, elektroretinografii, elektrookulografii, zrakové evokované potenciály či multifokální elektroretinografii. Výsledkem podrobných klinických zkoušek je náhrada sítnice implantátem, který v současné době umožňuje základní orientační vidění. Jinou cestou je nahrazení chybějící pigmentové vrstvy sítnice tkáňovými buňkami či implantací vlastních pigmentových buněk. Do klinické praxe byly zavedeny i nové vyšetřovací postupy, jako je trojrozměrná (3D) analýza zrakového nervu, polarografické měření tloušťky nervových vláken v sítnici, laserové zobrazení topografie sítnice, které se kvalitou blíží histologickému vyšetření (OCT), zobrazení cév v sítnici fluorescenční angiografií nebo cév v cévnatce pomocí indokyaninové zeleně. Na základě nových poznatků byl zkonstruován i sítnicový implantát, který dokáže stimulací nervových vláken částečně nahradit nefunkční sítnici. Monografie „Fyziologie oka a vidění“ je určena zájemcům o novinky v této oblasti.

I Anatomie a biochemie zrakového ústrojí

Periferní část zrakového ústrojí je tvořena párem očí. Je to složitý orgán, který umožňuje vnímání světla a barev, zprostředkovává vnímání největšího množství informací o okolním prostředí a usnadňuje orientaci v prostoru. Zrakový orgán je umístěn v očnici a je tvořen **oční koulí (bulbus oculi)** a **přídavnými očními orgány (organa oculi accessoria)**.

1[®] Oční koule

Oční bulbus (bulbus oculi) má přibližně kulovitý tvar o průměru asi 23 mm (vertikální a příčný rozměr) x 24–26 mm (předozadní průměr). Je tvořen dvěma segmenty koule o různém poloměru křivosti. Menší – přední – oddíl (rohovka) má poloměr zakřivení 7–8 mm, zadní část (bělma) má poloměr zakřivení 11–12 mm. V oční štěrbině mezi otevřenými víčky je viditelný pouze menší, přední úsek oční koule, zatímco větší, zadní část je uložena v hloubi očnice.

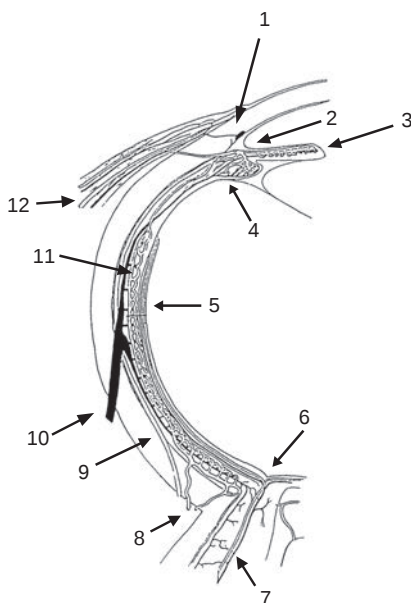
Na oční kouli rozlišujeme přední pól (**polus anterior**), který odpovídá vrcholu rohovky, a zadní pól (**polus posterior**). Mediálně od zadního pólu vystupuje z oční koule zrakový nerv (**nervus opticus**). Oba póly spojuje oční osa (**axis bulbi externus**). Tato geometrická osa oka není totožná se zornou osou oka (**linea visus**). Jednotlivé spojnice obou pólů na povrchu oční koule označujeme jako oční poledníky (**meridiani**). Největším obvodem oční koule orientovaným ve frontální rovině je rovník (**equator**). Pomocí ekvátoru je oční koule rozdělena na přední a zadní polovinu. Meridiány a ekvátorem se přesně lokalizují jednotlivé útvary na oční kouli.

Oční koule (bulbus oculi) je tvořena stěnou oční koule a obsahem oční koule.

1.1 Stěna oční koule

Stěna oční koule se skládá ze tří vrstev:

- zevní vazivové vrstvy (**tunica fibrosa bulbi**), která je tvořena bělmostí (**sclera**) a rohovkou (**cornea**),
- prostřední vrstvy (**tunica vasculosa bulbi**), již nazýváme žilnatka (uvea) a kterou tvoří v zadní části cévnatka (**chorioidea**), směrem dopředu řasnaté těleso (**corpus ciliare**) a duhovka (**iris**),
- vnitřní vrstvy (**tunica interna s. sensoria bulbi**), již tvoří sítnice (**retina**) – obr. 1.



Obr. 1 Anatomie a cévní zásobení oka:

1 – rohovka, 2 – komorový úhel, 3 – duhovka, 4 – řasnaté těleso, 5 – sítnice, 6 – terč zrakového nervu, 7 – arteria et vena centralis retinae, 8 – krátké ciliární arterie, 9 – dlouhá ciliární arterie, 10 – vena vorticosa, 11 – cévnatka, 12 – okohybný sval a přední ciliární arterie