

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zrakové vady u dětí

Visual defects in children

Tomáš Vejsada

Vedoucí práce: RNDr. Edvard Ehler, Ph.D.

Studijní program: bakalářský

Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na
vzdělávání – Výchova ke zdraví se zaměřením na vzdělávání

Odevzdáním této bakalářské práce na téma **Zrakové vady u dětí** potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Prohlašuji, že jsem při její tvorbě nepoužil nástrojů umělé inteligence jiným způsobem, než je uvedeno ve vyjádření, které je součástí textu práce. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 5.4. 2025

Na tomto místě bych rád poděkoval RNDr. Edvardu Ehlerovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a neocenitelné rady, který mi poskytl v průběhu zpracování mé bakalářské práce při konzultacích. Zároveň si touto cestou dovoluji poděkovat primáři Oční kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN v Motole MUDr. Milanu Odehnalovi, MBA, který mi věnoval mnoho zajímavých poznatků ze své klinické praxe, z nichž jsem při tvorbě uvedené závěrečné práce často vycházel. Nemalý dík patří také mé rodině, která mě po celou dobu mého vysokoškolského studia podporovala.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je věnována problematice zrakových vad dětského věku. Zrak jakožto nejdůležitější lidský smysl hraje stěžejní roli v poznávání okolního světa, a jeho poruchy tudíž mohou výrazně ovlivnit vývoj dítěte. Dotýkají se nejen jeho kognitivních schopností, ale také například motoriky či sociálních interakcí. Práce prvotně mapuje poznatky anatomie, fyziologie a ontogeneze lidského oka. Následně se zaměřuje na stručný popis vyšetřovacích metod využívaných v dětské oftalmologické diagnostice, včetně metod zajišťujících ošetření i těch nejmenších dětí. Její hlavní část tvoří charakteristika nejvýznamnějších zrakových vad, které jsou pro dětský věk příznačné. Každá ze zmiňovaných vad je rozebrána z pohledu svých příčin, příznaků, léčby, prognózy a tam, kde je to vzhledem k charakteru příslušné poruchy relevantní, také z hlediska svých dopadů na zdravý vývoj dítěte. Provedená rešerše se snaží shrnout poznatky, jimiž stále se rozvíjející obor dětské oftalmologie v uplynulých letech disponuje, a nabídnout ucelený pohled vhodný pro další studium předkládaných témat. Zároveň zdůrazňuje, že bez vzájemné součinnosti dítěte, jeho rodičů a kvalifikovaného dětského oftalmologa není možné dětským pacientům trpícím zrakovými vadami efektivně pomoci, a to i při sebelépe vedené diagnostice a léčbě. Snaží se rovněž poukázat na fakt, že pro zdárné poskytnutí kvalifikované zdravotnické péče by měly být veškeré zrakové vady diagnostikovány včas, neboť jedině touto cestou mohou být minimalizovány jejich negativní dopady.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zrakové vady, zrak, děti

ABSTRACT

This baccalaureate thesis examines the issue of visual impairment in childhood. Sight, arguably the most important sense, plays a crucial role in the perception of the surrounding environment. Visual impairments at an early age therefore have the potential to significantly affect children's development. The impact of any such impairment goes beyond cognitive abilities as it can also bear upon motor skills and social interactions.

In its initial part, the thesis provides an overview of the anatomy, physiology, and ontogeny of the human eye. The paper then presents a brief description of examination methods employed in paediatric ophthalmology, including methods suitable for the youngest children. In its main part, the thesis describes the distinguishing characteristics of selected types of visual impairment commonly observed in childhood. Each condition is then analysed in terms of diagnosis, treatment, symptoms and prognosis. Where relevant to the nature of visual impairment under discussion, the paper also examines the possible impacts on healthy development in childhood.

The purpose of this research-based paper is to provide a summary of the current state of knowledge in paediatric ophthalmology. As such, the thesis attempts to provide a comprehensive overview that may serve as a sound basis for further study of the topics discussed herein. The thesis also emphasises the need for proactive interaction between the child, the parents and the qualified paediatric ophthalmologist if any intervention in a case of a visual impairment is to be effective, no matter how precise the diagnosis and treatment. The paper also highlights the fact that for any medical intervention to be effective, any visual impairment must be diagnosed in a timely manner if the patient is to have the best chance of minimising any potential negative effects.

KEYWORDS

Visual defects, visual, children

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 8 |
| 1 Anatomie zrakového orgánu..... | 9 |
| 1.1 Obecná charakteristika lidského oka | 9 |
| 1.2 Zevní (vazivová) vrstva oční koule | 9 |
| 1.2.1 Bělima (<i>sclera</i>) | 9 |
| 1.2.2 Rohovka (<i>cornea</i>) | 10 |
| 1.3 Střední (cévnatá) vrstva oční koule | 10 |
| 1.3.1 Cévnatka (<i>choroidea</i>) | 10 |
| 1.3.2 Řasnaté těleso (<i>corpus ciliare</i>) | 11 |
| 1.3.3 Duhovka (<i>iris</i>) | 11 |
| 1.3.4 Čočka (<i>lens crystallina</i>)..... | 11 |
| 1.4 Vnitřní (nervová) vrstva oční koule..... | 12 |
| 1.4.1 Sítnice (<i>retina</i>)..... | 12 |
| 1.5 Nitrooční prostor | 12 |
| 1.5.1 Komorový systém oka | 12 |
| 1.5.2 Sklivec (<i>corpus vitreum</i>) | 13 |
| 1.6 Přídavné orgány oka | 13 |
| 1.6.1 Oční víčka (<i>palpebrae</i>)..... | 13 |
| 1.6.2 Spojivka (<i>tunica conjunctiva</i>)..... | 13 |
| 1.6.3 Slzné ústrojí (<i>apparatus lacrimalis</i>) | 14 |
| 1.6.4 Okohybné svaly (<i>musculi bulbi</i>)..... | 14 |
| 1.7 Zraková dráha a zrakové centrum | 14 |
| 2 Fyziologie zrakového orgánu | 16 |
| 2.1 Centrální a periferní vidění..... | 16 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.2 | Barevné vidění..... | 16 |
| 2.3 | Binokulární vidění..... | 16 |
| 2.4 | Adaptace..... | 17 |
| 2.5 | Akomodace..... | 17 |
| 2.6 | Citlivost na kontrast..... | 17 |
| 3 | Ontogenetický vývoj zrakového orgánu..... | 18 |
| 3.1 | Prenatální vývoj zrakového orgánu..... | 18 |
| 3.2 | Postnatální vývoj zrakového orgánu..... | 19 |
| 3.2.1 | Vývoj oční koule..... | 21 |
| 3.2.2 | Vývoj oční štěrbiny..... | 22 |
| 3.2.3 | Vývoj rohovky..... | 22 |
| 3.2.4 | Vývoj duhovky..... | 22 |
| 3.2.5 | Vývoj zornice..... | 22 |
| 3.2.6 | Vývoj čočky..... | 22 |
| 3.2.7 | Vývoj sítnice..... | 22 |
| 3.2.8 | Vývoj spojivky..... | 23 |
| 3.2.9 | Vývoj slzného ústrojí..... | 23 |
| 3.2.10 | Vývoj okohybných svalů..... | 23 |
| 3.2.11 | Vývoj zrakového nervu a zrakové dráhy..... | 24 |
| 3.2.12 | Nitrooční tlak..... | 24 |
| 4 | Vyšetřovací postupy u dětí..... | 25 |
| 4.1 | Vlastní oční vyšetření..... | 25 |
| 5 | Vybrané zrakové vady dětského věku..... | 27 |
| 5.1 | Šilhání (<i>strabismus</i>)..... | 27 |
| 5.2 | Refrakční (dioptrické) vady..... | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.2.1 | Krátkozrakost (<i>myopie</i>) | 31 |
| 5.2.2 | Dalekozrakost (<i>hypermetropie</i>) | 33 |
| 5.2.3 | Astigmatismus | 34 |
| 5.3 | Šedý zákal (<i>katarakta</i>) | 35 |
| 5.4 | Zelený zákal (<i>glaukom</i>) | 36 |
| 5.5 | Onemocnění očních víček | 38 |
| 5.5.1 | Pokles očního víčka (<i>ptóza</i>) | 38 |
| 5.5.2 | Lagofthalmus | 40 |
| 5.6 | Onemocnění sítnice | 41 |
| 5.6.1 | Retinoblastom (<i>Rb</i>) | 41 |
| 5.6.2 | Retinopatie nedonošených (<i>ROP</i>) | 43 |
| | Závěr: | 45 |
| | Seznam použitých informačních zdrojů | 46 |
| | Vyjádření k využití nástrojů umělé inteligence | 49 |
| | Seznam obrázků | 50 |
| | Seznam tabulek | 50 |

Úvod

Lidské oko (*oculus*) je nepochybně nejdůležitějším smyslovým orgánem. Nejenže je pro náš život nezbytností, ale faktem také je, že bez zraku bychom řadu věcí nedokázali a byli o mnohé ochuzeni. Zvláště v dětském věku, o což v mé závěrečné práci jde zejména, je zrakové vnímání naprosto stěžejní. Nermalou měrou zasahuje do vývoje dítěte, ovlivňuje jeho schopnost poznání okolního světa a pomáhá mu jak při učení, tak při komunikaci s okolím. Správná funkce očí je také nutným předpokladem pro rozvoj jeho kognitivních i motorických dovedností, včetně rozeznávání tvarů, barev, obličejů či předmětů. Z výše uvedeného vyplývá, že pokud by zrak dítěte v klíčovém období vývoje nebyl zcela v pořádku, jeho schopnost adaptace na rychle se měnící okolní svět by byla značně narušena.

Dětská oftalmologie, jejíž problematika tvoří hlavní náplň uvedené závěrečné práce, proto neustále nabývá na svém významu. Zrakové vady jsou v dětství poměrně častým fenoménem, který má velký dopad nejen na děti samotné, ale rovněž na jejich rodiče. Bez této vzájemné kooperace mezi dítětem, rodičem a kvalifikovaným dětským oftalmologem nelze na poli léčby zrakových vad v dětství dosáhnout optimálních výsledků. Tuto skutečnost se tudíž budu snažit zohlednit i v příštích kapitolách.

V rámci vlastní bakalářské práce budou nejprve představeny určité obecné aspekty tématu, jakož jsou anatomie, fyziologie a ontogenetický vývoj zrakového orgánu v dětství, které jsou nezbytným krokem pro pochopení souvislostí v dalších částech práce. Následně bude pozornost okrajově zaměřena na vyšetřovací postupy využívané v dětské oftalmologické diagnostice. Hlavním cílem práce je však komplexní charakteristika vybraných zrakových vad dětského věku, a to z hlediska mnoha různých rovin, počínaje diagnostikou a léčbou, přes projevy a prognózu a dopady na zdravý vývoj dítěte konče.

1 Anatomie zrakového orgánu

1.1 Obecná charakteristika lidského oka

Lidské oko (*oculus*), jehož základem je oční koule (*bulbus oculi*), je smyslový orgán (receptor), který umožňuje registraci optických podnětů. Celkově je přizpůsobeno k vnímání elektromagnetického světelného záření, a to přibližně v rozsahu 400–760 nanometrů. Jako takové je dále přizpůsobeno k prostorovému vidění, černobílému vidění zajištěnému tyčinkami (*bacilli*) a barevnému vidění zprostředkovanému čípkami (*coni*). Je uloženo v tukovém vazivu očníce (*orbita*), které je zepředu chráněno víčky (*palpebrae*) a slzným ústrojím (*apparatus lacrimalis*). Má kulovitý tvar, zahrnuje 3 vrstvy (zevní vazivovou, střední cévnatou a vnitřní nervovou) a jeho celková optická mohutnost je zhruba +60 dioptrií. (Naňka, 2019).

1.2 Zevní (vazivová) vrstva oční koule

1.2.1 Bělina (*sclera*)

Bělina (*sclera*) je první, prakticky bezcévnou, mléčně bílou strukturou zevní vrstvy oční koule, která tvoří přibližně 80 % jejího povrchu. Svým vzhledem připomíná šlachy a skládá se z hustého fibrilárního vaziva, jehož pruhy se ve všech směrech protínají. V jejím vnitřním prostoru, směrem od zadního pólu oka, se nachází tzv. *lamina cribrosa sclerae*, představující místo, jímž z oka vystupuje zrakový nerv (*nervus opticus*). Do bělimy se dále upínají okoohybné svaly (*musculi bulbi*). Před ekvátorem oka nalezneme šlachy svalů přímých, za ním pak šlachy svalů šikmých. Se sklérou pak srůstá tzv. *vagina (fascia) bulbi*, jež je nejtlustší při ekvátoru oka, postupně se zezadu ztenčuje a přechází do zrakového nervu. Mezi bulbem a předmětnou fascií se nachází značně řídké vazivo s četnými štěrbinami, které jsou vyplněny tkáňovou tekutinou (*spatium episclerale*). Na přední straně bulbu (vedle rohovky) se vyskytuje spojivka (*tunica conjunctiva*), což je sliznice zadní plochy víček, kterou tvoří cylindrický epitel, jenž postupně přechází v dlaždicovitý epitel rohovky. Vlastní (senzitivní) inervace bělimy je zabezpečena nervovými vlákny, která pocházejí z první větve trojklaného nervu (*nervus ophthalmicus*). (Čihák, 2016).

1.2.2 Rohovka (*cornea*)

Rohovka (*cornea*) je další strukturou, která tvoří zevní vrstvu oční koule. Je bezbarvá, bezcévná, zcela průhledná a tvoří asi 20 % rozsahu bulbu. (Čihák, 2016). Svými četnými nervovými zakončeními je také jedním z nejcitlivějších míst lidského těla. Její celková refrakce odpovídá asi +43 dioptriím. V horizontálním směru měří cca 10–12 milimetrů, ve směru vertikálním pak přibližně 9–11 milimetrů, což vytváří tzv. fyziologický astigmatismus. Rohovka zahrnuje 5 vrstev. Na povrchu se nachází vícevrstevný dlaždicový epitel, jenž má velice dobrou regenerační schopnost. Pod epitelem se vyskytuje tzv. Bowmanova membrána, která jej odděluje od rohovkového stromatu. To zaujímá asi 90% celkové tloušťky rohovky, a jelikož jsou všechny vrstvy stromatu uspořádány pravidelně, rohovka je jako celek transparentní. (Hornová, 2011). Vnitřní ohraničení rohovky tvoří tzv. Descemetova membrána, která je svou strukturou mřížky kolagenních vláken pevná a při úrazech ostrými předměty často zabrání úplné penetraci. (Pašta a kol., 2017). Poslední vrstvu rohovky tvoří endotel, jenž je složen z plochých buněk, bez schopnosti regenerace. (Hornová, 2011).

1.3 Střední (cévnatá) vrstva oční koule

1.3.1 Cévnatka (*choroidea*)

Cévnatka (*choroidea*) představuje první a svým rozsahem také největší složku střední vrstvy oční koule (Čihák, 2016). Je tvořena cévními kličkami, jež jsou uloženy ve vazivu, a dále pigmentovými buňkami (melanocyty), které podmiňují její výsledné, temně hnědé zabarvení. (Pašta a kol., 2017). Je rovněž poměrně tenká – vzadu při zrakovém nervu 0,4 mm, vepředu až 0,2 mm. Kromě řídkého vaziva, které cévnatku spojuje s bělimou (*lamina suprachoroidea*), obsahuje zmiňovaná struktura i další vrstvy. Jednou z nich je bazální lamina (tzv. Bruchova membrána), jež cévnatku odděluje od pigmentového epitelu sítnice. Další vrstvu tvoří *lamina choriocapilaris*, což je vrstva vnitřní, tvořená hustou sítí širokých kapilár, ze které jsou difúzí vyživovány zejména světločivné buňky sítnice. Poslední vrstvou je tzv. *lamina vasculosa*, která se vyskytuje zevně a obsahuje mohutné, bohatě větvené žilní pleteně. Z funkčního hlediska má cévnatka dvojí význam. Jednak vyživuje hluboké vrstvy sítnice, jednak působí i mechanicky, jelikož napíná závěsný aparát čočky, a tak pomáhá udržovat zaostření oka na dálku. (Čihák, 2016).

1.3.2 Řasnaté těleso (*corpus ciliare*)

Řasnaté těleso (*corpus ciliare*) má tvar mezikruží a nachází se ventrálně od ekvátoru. V jeho vnitřním prostoru nalezneme vazivové stroma a hladkou svalovinu ciliárního svalu (*musculus ciliaris*). Svalové buňky, z nichž jsou tyto svaly složeny, jsou seřazeny třemi směry – meridionálně, radiálně a cirkulárně. Napětí těchto vláken je pak přenášeno prostřednictvím závěsného aparátu čočky a ovlivňuje její vyklenutí. (Naňka, 2019). Povrchový epitel řasnatého tělesa produkuje komorovou vodu, která je významná nejen z hlediska výše nitroočního tlaku, ale také z hlediska vlastního metabolismu nitroočních struktur. (Pašta a kol., 2017). Dorzální povrch řasnatého tělesa, jenž je přivrácen ke sklivci (*corpus vitreum*), tvoří tzv. *corona ciliaris*. Jde o zhruba 70 výběžků (*processus ciliares*), mezi nimiž odstupují vlastní vlákna závěsného aparátu čočky (*fibrae zonulares*). (Naňka, 2019).

1.3.3 Duhovka (*iris*)

Duhovka (*iris*) je neprůhlednou strukturou střední vrstvy oční koule, jež je orientována frontálně a rozděluje prostor oka na přední a zadní oční komoru (*camera bulbi anterior et posterior*). Přední plochu duhovky tvoří vazivové stroma, vytvářející dále sloupce a duhovkové krypty. Prosvítající cévy a pigment ze zadní plochy pak zodpovídají za výslednou barvu oka, od modré až po tmavě hnědou. Zadní plocha je tvořena epitelem, tzv. *pars iridica retinae*. (Naňka 2019). Uprostřed duhovky je kruhovitý otvor – zornice (*pupilla*). Její průsvit je ovládán dvěma duhovkovými svaly, a sice radiálně uspořádaným rozvěračem (*musculus dilatator pupillae*) a cirkulárně uspořádaným svěračem (*musculus sphincter pupillae*). Oba svaly regulují množství světla dopadajícího na sítnici. Zatímco rozvěrač je řízen sympatikem, svěrač řídí parasympatikus. (Pašta a kol., 2017).

1.3.4 Čočka (*lens crystallina*)

Čočka (*lens crystallina*) je umístěna za zornicí v zadní komoře oční. Má skutečně tvar bikonvexní čočky, zhruba o průměru 10 mm a optické mohutnosti +17 D. Její tloušťka čítá asi 3,8 mm, při zaostření (resp. akomodaci) na blízko se vyklenuje až na 4,4 mm. Její zadní plocha je klenutější než plocha přední. Čočku nalezneme uloženu v průhledném, nebuněčném pouzdře, označovaném jako tzv. *capsula lentis*. Pod tímto pouzdrem se na přední ploše čočky nachází jednovrstevný epitel s buňkami, které se ve směru od ekvátoru

čočky prodlužují a mění se v šestiboké hranoly, zanořené do nitra čočky. Čočka je přimknuta k tenkým vláknům řasnatého tělesa, jejichž tahem se oplošťuje, a po uvolnění tahu opět vyklenuje. (Naňka, 2019)

1.4 Vnitřní (nervová) vrstva oční koule

1.4.1 Sítnice (*retina*)

Vnitřní vrstvu oční koule tvoří sítnice (*retina*). Jedná se o jemnou, průhlednou blánu, jež vystýlá vnitřní část zadního segmentu oka a ve své přední části pokrývá řasnaté těleso i zadní plochu duhovky. Na tomto místě je složena jen ze dvou vrstev, neobsahuje fotoreceptory ani nervové buňky a nazývá se *pars ceaca retinae*. Zadní část, označovaná jako *pars optica retinae*, se rozprostírá od zubovité linie (*orra serata*) až po terč zrakového nervu (*papilla nervi optici*), tzv. slepou skvrnu. Zmiňovaná část sítnice obsahuje celkem 10 vrstev. Jsou to: pigmentový list, tyčinky a čípky, *lamina limitans externa*, vnější zrnitá vrstva, vnější plexiformní vrstva, vnitřní zrnitá vrstva, vnitřní plexiformní vrstva, gangliové buňky, vrstva nervových vláken a *lamina limitans interna*. Základem této složité stavby sítnice jsou vrstvy navzájem propletených nervových buněk, z nichž nejdůležitější jsou tyčinky (*bacilli*) a čípky (*coni*). Zatímco čípky zajišťují vidění za denního světla a rozlišujeme jimi barvy, tyčinky se nachází na periferii sítnice a umožňují vidění za tmy a za šera. Největší množství čípků se vyskytuje v tzv. žluté skvrně (*macula lutea*) s drobnou centrální jamkou (*fovea centralis maculae*), představující místo nejostřejšího vidění. (Pašta a kol., 2017).

1.5 Nitrooční prostor

1.5.1 Komorový systém oka

Komorový systém oka zahrnuje přední (*camera bulbi anterior*) a zadní komoru oční (*camera bulbi posterior*). Zatímco přední oční komora představuje prostor mezi zadní plochou rohovky a přední plochou duhovky, zadní oční komora je vymezena zadní plochou duhovky, řasnatým tělesem a sahá až k přední ploše sklivce a čočky. Komorová voda (*humor aquosus*) je obsažena v obou komorách. Jedná se o čirou tekutinu, tvořící se v řasnatém tělese, jež se podílí na výživě čočky a rohovky. Ze zadní komory se dostává prostřednictvím zornice do přední komory a vstřebává se převážně trámčinou iridokorneálního úhlu do Schlemmova kanálu (*sinus venosus sclerae*). Komorová tekutina je společně s rohovkou, čočkou a

sklivcem také součástí optické soustavy oka. Hraje klíčovou roli při regulaci nitroočního tlaku a její celkový objem v očních komorách činí asi 0,2- 0,3 ml. (Pašta a kol., 2017)

1.5.2 Sklivec (*corpus vitreum*)

Sklivec (*corpus vitreum*) je rosolovitá, polotekutá, dokonale průhledná hmota, jež vyplňuje prostor mezi zadní plochou čočky a sítnicí. Z 99 % se skládá z vody a při rozsáhlém poranění bulbu může vytéci. Na svém povrchu je zahuštěn ve sklivcovou membránu (*membrana vitrea*). Na přední ploše sklivce se nachází jamka, určená pro čočku, na níž sklivec naléhá. V embryonálním období sklivec obsahuje cévy, v dospělosti je však bezcévný. (Naňka, 2019).

1.6 Přídavné orgány oka

1.6.1 Oční víčka (*palpebrae*)

Oční víčka (*palpebrae*) jsou struktury, které oku poskytují ochranu před zevním prostředím či případným poraněním. Prostor mezi okrajem horního a dolního víčka vytváří oční štěrbinu. Přední plocha víček je složena z jemné kůže a podkoží. Víčka také obsahují kosterní kruhovitý sval (*musculus orbicularis oculi*), jenž je inervován lícním nervem (*nervus facialis*). Zadní plocha víček se skládá z tzv. víčkové spojivky (*conjunctiva palpebrae*). Víčka jsou zpevněna vazivovou ploténkou (*tarsus*), kterou tvoří husté kolagenní vazivo a zároveň se zde upíná Milerův hladký sval (*musculus tarsalis superior*). Na tarzální ploténku horního víčka je upnut zvedací sval (*musculus levator palpebrae*), inervovaný okohybným nervem (*nervus oculomotorius*). Místo styku kůže se spojivkou se pak označuje jako *margo*, před kterým vyúsťují řasy, *cilia*. (Pašta a kol., 2017). Víčka jsou dále místem výskytu četných kožních žláz. V tarzu nalezneme žlázy Meibomovy (*glandulae tarsales*). Při okraji víček pak žlázy Mollovy (*glandulae ciliares*) a uvnitř víček žlázy Zeisovy (*glandulae sebaceae*), ústící do řasových pochev. (Naňka, 2019).

1.6.2 Spojivka (*tunica conjunctiva*)

Spojivka (*tunica conjunctiva*) je tenkou, za fyziologických podmínek průsvitnou blánou, která tvoří zevní obal oka. Zahrnuje část bulbární a tarzální. Bulbární část spojivky pokrývá povrch bělimy a tvoří ji zevní a vnitřní list. Tarzální část spojivky pevně přiléhá ke chrupavce horního a dolního očního víčka, tzv. tarzální ploténce (*tarsus*). Přejichod mezi tarzální a

bulbární částí spojivky pak zabezpečuje specifický spojivkový záhyb (*fornix conjunctivae*). Spojivka je dále hojně hydratována i vaskularizována. Ve vnitřním koutku je navíc ztlustělá a vytváří poloměsíčitou řasu (*plica semilunaris*). Hlavní funkcí spojivky je mechanická a imunitní ochrana oka, má však i funkci sekreční. Všechny její části nakonec společně tvoří tzv. spojivkový vak, spojující spojivku s vlastním bulbem. (Pašta a kol., 2017).

1.6.3 Slzné ústrojí (*apparatus lacrimalis*)

Slzné ústrojí (*apparatus lacrimalis*) je složeno z části slzovodné a z části slzotvorné. Slzy (*lacrimae*) produkuje slzná žláza (*glandula lacrimalis*), uložená v zevním horním kvadrantu očníce (*orbita*). Slzy jsou shromažďovány v slzném jezírku (*laccus lacrimalis*), odkud přitékají dvěma slznými body (*puncta lacrimalis*), do slzných kanálků (*canaliculi lacrimales*). Posléze i do slzného vaku (*saccus lacrimalis*), umístěného u konce nosu, a odtud slzovodem (*ductus nasolacrimalis*) do dolního nosního průchodu. Denní produkce slz u zdravého oka je přibližně 1 g. (Pašta a kol., 2017)

1.6.4 Okohybné svaly (*musculi bulbi*)

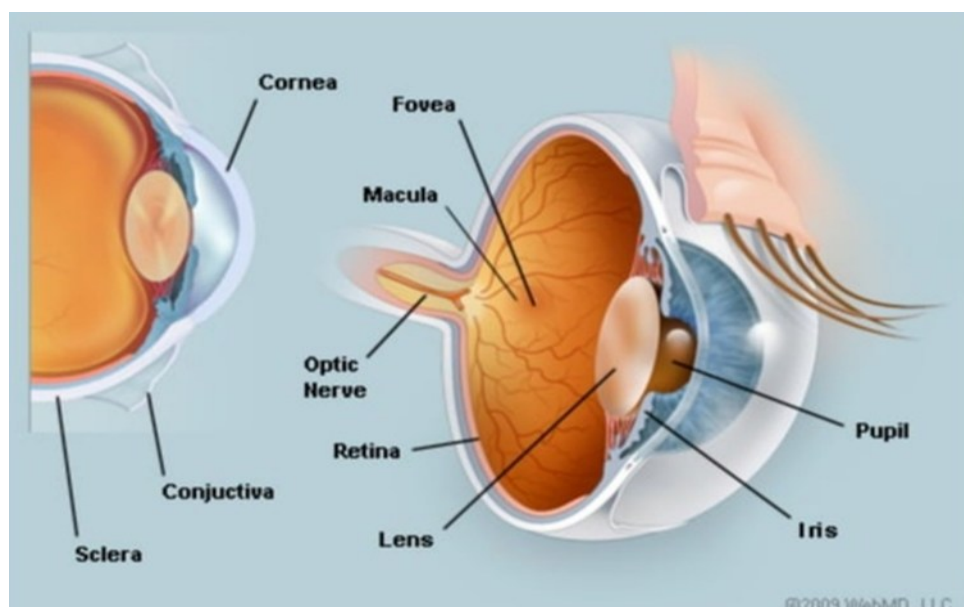
Okohybné svaly (*musculi bulbi*) jsou svaly, které zajišťují dokonalou souhru očních pohybů. Řadíme mezi ně čtyři svaly přímé (horní, dolní, zevní a vnitřní) a dva šikmé (horní a dolní). (Dylevský, 2019). Všechny tyto svaly (kromě dolního šikmého) začínají ve vazivovém prstenci na hrotu očníce (*anulus tendineus communis*) a vedou dopředu, kde se před ekvátorem upínají na bulbus. Inervace uvedených svalů je zabezpečena celkem třemi hlavovými nervy. Kladkový nerv (*nervus trochlearis*) inervuje horní šikmý sval. Odtahovací nerv (*nervus abducens*) inervuje zevní přímý sval a okohybný nerv (*nervus oculomotorius*) inervuje svaly zbývající, tj. horní přímý, dolní přímý, vnitřní přímý a dolní šikmý. (Pašta a kol., 2017)

1.7 Zraková dráha a zrakové centrum

Zraková (vizuální) dráha je jako celek tříneuronové stavby a zprostředkovává spojení sítnicových fotoreceptorů, tedy tyčinek a čípků, se zrakovým centrem mozkové kůry v týlním laloku. První neuron tvoří bipolární nervové buňky, nazývané *ganglion retinae*. Dendrity uvedených buněk jsou spojeny s výběžky tyčinek a čípků. Neurity (*axony*) bipolárních buněk se spojují s dendrity multipolárních (gangliových) nervových buněk.

Gangliové buňky, označované jako *ganglion opticum*, vytvářejí druhý neuron. Jejich axony se sbíhají k terči zrakového nervu, a tak tvoří vlastní zrakový nerv. Následně pokračují jako *nervus fasciculus opticus* směrem k hrotu očnice (*apex orbitae*) a procházejí kanálem zrakového nervu do střední lebeční jámy. V místě, nazývaném *chiasma opticum*, dochází k částečnému překřížení vláken z nazálních polovin sítnice obou očí, které pokračují do druhostranného traktu. Vlákná z temporálních polovin sítnice pokračují jako nezkřížená do stejnostranného traktu. Po překřížení pokračují neurity gangliových buněk stejnostranných polovin sítnice již jako tzv. *tractus optici* a končí v primárních zrakových centrech (*corpora geniculata lateralia*) v mezimozku (*diencephalon*).

Zde jsou umístěna těla posledního, centrálního neuronu. Jejich neurity směřují jako Gratioletův svazek (tzv. zraková radiace) do primárního zrakového centra v týlním laloku. Na tomto místě posléze dochází k tvorbě vlastních zrakových vjemů. Celkový počet nervových vláken zrakového nervu je okolo 1 milionu. Čtyři pětiny z toho přísluší zrakové dráze, zbývající pětina pak pupilomotorické dráze. (Pašta a kol. 2017).



Obrázek 1 vnitřní (anatomická) stavba lidského oka (WebMD, © 2009)

2 Fyziologie zrakového orgánu

Pro člověka (stejně jako pro většinu ostatních savců) představuje zrak nejdůležitější smysl, který nám zprostředkovává až 80 % veškerých vjemů z okolního světa. Velká část jich vstupuje do vědomí a má nejen hodnotu informační, ale také estetickou. (Kitnnař, 2020). Zrakové vnímání je proto komplexním a dynamickým dějem, které dle Pašty a kolektivu (2017) zahrnuje následující složky: centrální a periferní vidění, barevné vidění, binokulární vidění, adaptaci, akomodaci a citlivost na kontrast.

2.1 Centrální a periferní vidění

Při pohledu na určitý bod, nazývaný fixační bod, se tento bod zobrazuje v centrální krajině sítnice (*macula lutea*), která je zároveň místem nejostřejšího vidění. Tomuto jevu souhrnně říkáme centrální vidění. V okolí fixačního bodu však vnímáme i okolní prostor, což souhrnně nazýváme jako periferní vidění. Rozlišovací schopnost směrem do periferie se ale prudce snižuje. Periferní vidění, zejména tyčinkové, je značně citlivé k vnímání pohybu, je nezbytně nutné pro orientaci v prostoru a orientaci za šera. (Pašta a kol. 2017)

2.2 Barevné vidění

Barvocit označuje schopnost oka rozeznávat světlo o různé vlnové délce. Lidské oko je schopno rozlišit světlo, jehož vlnová délka se pohybuje cca v rozmezí 380–760 nm. Schopnost rozlišení jednotlivých barev má žlutá skvrna, ve které nalezneme největší obsah čípků. Směrem do periferie tato schopnost klesá, a to pro barvu červenou, zelenou a modrou. Každý barevný tón je charakteristický sytostí a jasem. Roli má i okolní osvětlení. Při běžném denním světle se primárně uplatňují čípky (fotopické vidění), kdežto při jeho poklesu přebírají funkci tyčinky (skotopické vidění). Za fyziologické považujeme rozlišení tří základních barev: červené, zelené a modré (trichromazie). (Pašta a kol., 2017).

2.3 Binokulární vidění

Binokulární vidění představuje schopnost vidět pozorovaný předmět oběma očima současně. Je vyvinuto již v 1. roce věku a dále se upevňuje do 6-8 let. Rozeznáváme celkem tři stupně binokulárního vidění. Nejnižším stupněm je tzv. simultánní percepce, označující současné zrakové vnímání sítnicemi obou očí. Druhým stupněm je fúze, tj. schopnost spojit stejný

obraz z obou očí v obraz jediný. Nejvyšším stupněm je pak stereopse, tedy schopnost vytvořit obraz hloubkový a trojrozměrný. (Pašta a kol., 2017).

2.4 Adaptace

Adaptace značí schopnost oka přizpůsobit se světlu různé intenzity. Při prudkém přechodu z temnoty do světla jsou oči oslněny, nicméně se rychle přizpůsobí. První fázi tvoří adaptace zornicová, posléze nastupuje adaptace fotosenzorická. Při přechodu ze světla do tmy je adaptace obtížnější a pomalejší. U zdravého člověka trvá kompletní adaptace přibližně 30 minut. (Pašta a kol., 2017)

2.5 Akomodace

Akomodace je schopností oka vidět předměty ostře na různou vzdálenost. Oblasti, ve které oko vidí jednotlivé body ostře, se říká akomodační oblast. Ta je vymezena dalekým (*punctum remotum*) a blízkým (*punctum proximum*) bodem. Zatímco blízký bod je bod, který vidí oko ostře při maximální akomodaci, daleký bod je bod, který ještě vidíme ostře, avšak bez potřeby akomodace. Akomodační schopnost vyjadřuje nejvyšší možný přírůstek optické mohutnosti, jenž je podmíněn akomodací. Jde o automatický reflex, částečně ovladatelný vůlí. Vlastní akomodace zahrnuje složku aktivní, představující ciliární sval, a složku pasivní, vymezenou čočkou, jejím závěsným aparátem a sklivcem. S akomodací je spojena i konvergence a zúžení zornic. Při pohledu do blízka se optické osy obou očí sbíhají, což má za následek dopadení světelného paprsku na žlutou skvrnu. (Pašta a kol. 2017).

2.6 Citlivost na kontrast

Intenzita stimulu, která je schopna vyvolat vjem, se označuje jako prahový stimul. V případě kontrastu je prahová hodnota definována jako fotometrický rozdíl mezi dvěma světelnými částmi objektu, který je postačující pro dosažení rozlišení mezi nimi. (Pašta a kol., 2017)

3 Ontogenetický vývoj zrakového orgánu

3.1 Prenatální vývoj zrakového orgánu

Vývoj lidského oka začíná po stranách předního mozku (*prosencephalon*). První část, jež se v organogenezi, objevuje, je sítnice. V jejím okolí se později formují ostatní části oka. Sítnice tedy vzniká přímo z neuroektodermu, ze kterého se tvoří centrální nervová soustava. Dále se na formování oka podílí ektoderm a mezoderm.

Ve 22. dni embryogeneze dochází k proliferaci neuro – epitelových buněk a následně ke ztlustění neuroektodermu. Tímto způsobem vzniká oční ploténka (plakoda) a proliferací jejích buněk později i oční váček, vychlipující se do přilehlého mezodermu. Postupným vychlipováním dovnitř se oční váček mění v oční pohárek, tvořený dvojistou stěnou. Vnější vrstva se diferencuje v pigmentový epitel sítnice, vchlípená část ve vlastní světločivné elementy, bipolární a gangliové buňky. Diferenciace sítnice je ukončena v sedmém měsíci nitroděložního vývoje. Makulární krajina se diferencuje déle. Vývoj její ústřední části (*fovea centralis maculae*) pokračuje až do 4 let po narození.

Během tvorby očních váček se zesiluje povrchový ektoderm a stává se podkladem oční čočky – tzv. plakoda čočky. Ta se následně vchlípí dovnitř očního váčku jako čočkový váček. Postupně se oddělí od ektodermu a zůstane uvnitř oka.

Do prostoru očního pohárku pronikají mezenchymové buňky, které jsou odvozeny z gangliové lišty, a tvoří primární sklivce. Postupným zvětšováním se sklivcový prostor vyplňuje sekundárním, již rosolovitým sklivcem. Z povrchových vláken sklivce vzniká závěsný aparát čočky, sklivcová membrána a z hyaloidních cév zůstává pouze *arteria et vena centralis retinae*. Pozůstatkem po hyaloidní arterii je *canalis hyaloideus Cloqueti*.

Okolo těchto částí zrakového orgánu dochází ke specializaci mezodermu. Vně na sítnici přiléhající mezoderm dává vznik cévnatce, zabezpečující výživu oka. V přední části se střední list diferencuje v řasnaté těleso a poté i v duhovku s centrální, kruhovitou zornicí. Nejzevnější vrstva se diferencuje v bělimu a ve své přední části pak v rohovku.

Rohovka zprvu není chráněna. Základy očních víček vznikají jako ektodermálně – mezenchymové řasy u embryí počátkem 6. gestačního týdne. Horní víčko vzniká ze dvou základů. Víčka se postupně prodlužují, až jejich epitel splyne, a začátkem 3. měsíce gestace

vzniká spojivkový vak, jenž zabraňuje kontaktu oka s amniovou tekutinou. Střední části epitelového švu postupem času degenerují a víčka se od sebe oddělují. Základy vlasových folikulů a kožních žláz jsou svým původem z ektodermu. Slzná žláza vzniká jakožto ektodermální epitelový pupen v horní a vnější části spojivkového vaku, který vrůstá do mezenchymového vaziva a vytváří acinózní žlázu. Od poloviny 3 měsíce se slzné cesty kanalizují a jejich sekret (slzy) je odváděn do spojivkového vaku.

Okolní mezoderm se u sedmimilimetrového embrya diferencuje a dává vzniknout společnému základu okoohybných svalů. Krátce poté se rovněž ohraničuje prostor, který obsahuje vlastní oko a jeho přídatné orgány – očnice. Ve stádiu 18–20 mm embrya je již základ nitroočních struktur úplný. (Pašta a kol., 2017).

| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|---|
| Zárodečný terčik | Neutrální ploténka | Oční brázdička | Oční váček | Oční pohárek | Embryonální oko |
| 3.týden gestace | 3.týden gestace | 4.týden gestace | 4.týden gestace | 5.týden gestace | 5.-10. týden gestace Oko funkční a vybavené základními součástmi kolem 25. týdne |

Tabulka 1 jednotlivé fáze vývoje embryonálního oka (Dětská oftalmologie, © 2022)

3.2 Postnatální vývoj zrakového orgánu

Vývoj oka a zraku jako takového není ukončen narozením dítěte, ale pokračuje také v postnatálním období, a to až do 6. roku věku. Žlutá skvrna, zraková dráha i týlní lalok nejsou při narození zralé a k jejich diferenciaci dochází teprve po narození. Ačkoliv je sítnice společně s centrální (makulární) krajinou po narození již vyvinuta, čípky, vyvíjející se ve 12. týdnů gravidity, ještě nejsou zcela diferencovány a uspořádány. Z důvodu této nezralosti vnímá novorozenec především periferií sítnice, což přesněji znamená vnímání světla a tmy

spolu s jednoduchými tvary a kontrasty. Tato skutečnost je rovněž potvrzena výbavným fotometrickým reflexem zornice, který je patrný při očním vyšetření novorozence.

K dokončení vývoje makuly (včetně postupné převahy centrální oblasti sítnice) dochází v 6. měsíci života. Fotoreceptory ale dosahují svého počtu a funkce jako u dospělého oka až v 11. měsíci. Taktéž teprve po narození, jakmile je oko stimulováno světlem, probíhá myelinizace nervových vláken ve zrakové (korové) oblasti mozku. Nejpozději vznikají asociační dráhy, vyskytující se mezi očním senzoryckým a motorickým oddílem. To znamená, že u novorozence ještě není zcela vyvinuta fixace na světelný vjem a jeho vnímání světelných zdrojů je provázáno s nedokonale koordinovanými, pátracími pohyby očí. Jeho oči „bloudí“ kolem světelného předmětu, aniž by se mu podařilo na něj přímo zahledět. Fixace se může střídát mezi oběma očima.

Ve 2. měsíci je fixace o něco aktivnější. Dítě zaujmou zejména pohybující se předměty, ale též obličej. Přestože jeho sledovací a konvergenční pohyby stále probíhají trhaně, již se v tomto období setkáváme s krátkodobou binokulární fixací blízkých předmětů. Dítě je pozoruje souhlasně a oběma očima.

V průběhu 3. měsíce je dítě již schopno konvergence a divergence, ve 4. měsíci pak začíná postupně akomodovat. Zároveň dovede fixovat svou vlastní ruku. Do 6. měsíce se dále upevňuje binokulární vidění, vzájemná koordinace oka a ruky a fúze. Ke konci 1. roku se binokulární souhra očí navíc zdokonaluje prostřednictvím chůze, vedoucí k postupnému rozvoji prostorového vidění, smyslu pro vzdálenost, velikost i polohu předmětu. Vazba mezi konvergencí a divergencí se stále prohlubuje, stejně jako vlastní binokulární funkce, a to až do 6. roku věku dítěte.

Vývoj zrakové ostrosti (vizus) ale dokonale nekoresponduje s morfologickým vývojem jednotlivých makulárních struktur sítnice ani s dozráváním dalších oddílů zrakové dráhy. Metodou zrakové preference (*preferential looking*) bylo zjištěno, že hloubkové vnímání prostoru se mezi 3. a 6. měsícem rozvíjí rychleji než vlastní vizus. Ten dosahuje hodnoty dospělých cca okolo 4-6. roku. (Štrofová a kol., 2022)

| Věk | Vývoj vidění, reflexy – rozvoj, upevnění a základní pohyby bulbů |
|----------------|---|
| Novorozenec | skotopické vidění a stejnosměrné, konjugované, pátrací pohyby očí – verze, pupilomotorický reflex |
| 2. týden | počátek fotopického vidění |
| 1. měsíc | počátek monokulární periferní fixace, fixační a pohledový reflex |
| 2. měsíc | počátek binokulární periferní fixace, konjugované pohyby – verze |
| 3. měsíc | počátek centrální fixace a protisměrné, diskonjugované pohyby –vergence |
| 4. měsíc | centrální fixace, plná akomodace, akomodačně konvergentní reflex, převaha fotopického vidění |
| 6. měsíc | dokončení vývoje fovey a foveoly, trvalá centrální fixace, počátek fúze |
| 9. - 12. měsíc | upevnění binokulárních reflexů |
| 3 roky | upevnění fúzního reflexu |
| 4-6 let | poznání souvislosti prostorového vidění, upevnění binokulárního vidění |

Tabulka 2 fyziologický vývoj vidění (Dětská oftalmologie, © 2022)

3.2.1 Vývoj oční koule

Objem bulbu novorozence je přibližně $2,8 \text{ cm}^3$. U dospělého člověka se jeho objem pohybuje mezi $6,8$ a $7,5 \text{ cm}^3$. Bělíma je celulární, elastická a poddajná. Vzdálenost mezi rohovkou a sítnicí (tzv. axiální délka bulbu) činí u novorozence v průměru 16 mm . K nejrychlejšímu růstu dochází v prvních dvou letech věku dítěte. V době od 6. do 15. roku věku se také snižuje refrakce rohovky a čočky, zvyšuje se hloubka přední komory oční i objem sklivce (Štrofová a kol., 2022).

3.2.2 Vývoj oční štěrbin

Oční (palpebrální) štěrbin je při narození ve vertikálním směru úzká, s horizontální délkou cca 18 mm. V prvním roce života čítá její výška asi 9 mm, délka pak asi 20 mm. Postupně se mění v elipsoidní útvar a u dospělého člověka mívá v horizontálním směru až 30 mm. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.3 Vývoj rohovky

Po narození rohovka prochází četnými změnami jak z hlediska své stavby, tak refrakce. V průběhu prvních let života se zvětšuje, oplošťuje, ztenčuje a zvyšuje svou transparentci. Její průměr lze vypočítat podle následující rovnice: $\text{diametr} = 0,0015 \cdot \text{porodní hmotnost} + 6,3$ (Štrofová a kol., 2022).

3.2.4 Vývoj duhovky

U bílého etnika je duhovka novorozence světlé barvy s modrým nádechem, což je dáno nízkým obsahem melanocytů v jejím stromatu. Pigmentový epitel již melanin obsahuje. K vlastní změně barvy duhovky dochází okolo 6. měsíce a do 12. měsíce se její barva ustálí. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.5 Vývoj zornice

V případě novorozenců je zornice malá, o průměru 3,6 mm. Za patologické jsou pokládány průměry pod 1,8 mm či nad 5,4 mm. Rozvěrač zornice (*musculus dillatator pupillae*) je u novorozence vyvinut neúplně. Fotoreakce zornic je v novorozeneckém věku výbavná. Anizokorie u novorozence dosahuje maximálně hodnoty 0, 5–1 mm. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.6 Vývoj čočky

V době po narození čočka roste z buněk čočkového ekvátoru a její sekundární (čočková) vlákna společně vytvářejí kortex. Při samotném narození má horizontální průměr 6 mm, který se díky apozici kortikálních vláken v dospělosti zvětšuje na 9 mm. Růst čočky probíhá celoživotně. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.7 Vývoj sítnice

Periferní část sítnice je po narození vyvinuta. Makula je však vytvořena neúplně a vyvíjí se přibližně do 4. roku věku. Množství smyslových buněk je po narození konečné. Stavba čípků je oproti zralé podobě odlišná, čípky jsou široké a rozmístěné daleko od sebe. Postupně se

přesunují směrem od periferie až k makulární krajině. Buňky bipolární a gangliové naproti tomu oblast fovey opouštějí. Vlastní plocha sítnice čítá u novorozence zhruba 600 mm², v dospělosti dosahuje dvojnásobku. Okolo 15 měsíce dále dozrávají vnitřní segmenty čípků, které se postupně prodlužují, ztenčují a zvyšují svou denzitu. Krevní oběh sítnice je v okamžiku narození kompletní a šíře jeho avaskulární zóny odpovídá šíři sítnicového krevního oběhu dospělých. Choroidální systém je zcela funkční již při narození. (Štrofová a kol., 2022)

3.2.8 Vývoj spojivky

U novorozenců spojivka obsahuje větší množství epitelových buněk, je hrubší a pevnější. *Fornix conjunctivae* má v novorozeneckém období délku 18 mm horizontálně a 15 mm vertikálně. Spojivkový vak (*saccus conjunctivae*), je při narození sterilní a od 5. dne jej osidluje běžná mikroflóra. (Štrofová a kol., 2022)

3.2.9 Vývoj slzného ústrojí

Slzné ústrojí není po narození plně vyvinuto. Přítomna je bazální sekrece slz, která se celoživotně výrazně nemění. Reflexní sekrece slz se začíná u dítěte objevovat okolo 4. měsíce po narození, kvantitativně narůstá do zhruba 20. roku věku a poté značně klesá. Slzovod je u donošeného novorozence v celé své délce dutý. Častým jevem je však výskyt membranózní překážky v oblasti tzv. Hasnerovy chlopně (*plica lacrimalis*), která u převládající většiny dětí spontánně perforuje v příštích několika měsících. (Štrofová a kol., 2022)

3.2.10 Vývoj okohybných svalů

Okohybné svaly jsou po narození vyvinuty, fungují, ale věkem se postupně prodlužují. První reflexy, kontrolující postavení očí, jsou vyvolány vestibulárním aparátem, mozečkem a šíjovým svalstvem. Jedná se o postulární reflexy. Mezi vrozené reflexy řadíme sevření víček při působení ostrého světla. Slabé a úzké okohybné svaly se časem stávají mohutnějšími a okolo druhého roku věku prakticky dosahují rozměrů svalů u dospělých. V závislosti na tom se také zvětšuje vzdálenost úponu těchto svalů od limbu. Vývoj svalových funkcí dítěte začíná již v děloze matky, při narození je navíc přítomen optokinetický nystagmus a fixační reflex. K mírné exotropií dochází až u 70 % zdravých novorozenců, do dvou měsíců věku

se ale zpravidla vyrovná. Vestibulárně regulované pohyby se objevují již před 34. gestačním týdnem. Konjugované horizontální pohyby jsou přítomny v okamžiku narození. Od 2. měsíce je kojeneček schopen sledování objektů, které se pohybují konjugovaně, a to jak v horizontále, tak ve vertikále. Fúzní konvergence je dobře vyvinuta již v 6. měsíci, prokazatelné je rovněž prostorové vidění. Okolo 6. měsíce jsou oči postaveny paralelně a do jednoho roku se jejich binokulární souhra zdokonaluje. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.11 Vývoj zrakového nervu a zrakové dráhy

Zrakový nerv a zraková dráha nejsou v okamžiku narození plně vyvinuty. Terč zrakového nervu je u novorozence bělavý, zásobený prostřednictvím Zinnova kruhu krátkými ciliárními artériemi. Počínaje 4. měsícem je terč růžové barvy a jeho myelinizace je obvykle po 4. měsíci ukončena. (Štrofová a kol., 2022).

3.2.12 Nitrooční tlak

Názory na normální hodnoty nitroočního tlaku u novorozenců, kojenců a batolat jsou různorodé. Zatímco někteří odborníci považují za normu 8–13 mmHg, další akceptují hodnoty až kolem 21 mmHg. K vlastnímu zvýšení nitroočního tlaku u novorozence dochází kupříkladu při zavírání očí či při pláči. Od narození do 5 let věku nitrooční tlak stoupá, a to přibližně o 1 mmHg za rok. Po nástupu k povinné školní docházce se nitrooční tlak stabilizuje na úroveň hodnot, které jsou běžné pro dospělé. (Štrofová a kol., 2022)

4 Vyšetřovací postupy u dětí

Oční vyšetření v dětském věku vyžaduje speciální přístup. Zohlednit musíme zejména věk dítěte a jeho schopnost spolupráce. Novorozenci a kojenci do 2. měsíce oproti dospělým postrádají cirkadiánní rytmus, nerozlišují den a noc a jejich spánek je během 24 hodin rovnoměrně rozložen. Novorozenci prospí převážnou část dne – v prvních týdnech života spí až 20 hodin denně, ve třech měsících prospí kojeneček většinou cca 15 hodin. V 6. měsíci bývá již cirkadiánní rytmus bdění a spánku vytvořen. Často je tudíž možné orientačně vyšetřit přední segment oka a oční pozadí, aniž by se dítě vzbudilo, a vyšetření poté proběhne v klidu, bez velkého stresu pro samotné dítě, jeho rodiče i ošetřujícího lékaře. U novorozenců, kojenců a mnohdy i batolat se vyšetření obvykle provádí vleže za asistence dvou osob, kdy se znehybní hlavička a pomocí pleny či prostěradla se zafixuje celé tělo vyšetřovaného dítěte. K vyšetření se využívá kvalitní světelný zdroj (např. hlavové světlo) a zvětšovací optické zařízení (brýle, vyšetřovací lupy či ruční šterbinová lampa). Tímto způsobem lze vyšetřit přední segment oka, slzné cesty i přídatné orgány. Fixace pacienta je nezbytně nutná i pro oftalmoskopii a skiaskopii. Při vyšetření batolat a malých dětí vyšetřujeme fixaci na hračku, posléze zrakovou ostrost, postavení a motilitu očí. Přesnější vyšetření malých dětí zpravidla probíhá v sedaci nebo celkové anestezii (imprese, gonioskopie atd). (Štrofová a kol., 2022).

4.1 Vlastní oční vyšetření

Samotné oční vyšetření v dětském věku dle Štrofové (2022) zahrnuje následující komponenty:

- Anamnézu (odebíranou zpravidla od dospělého doprovodu).
- Vyšetření fixace a zrakové ostrosti
- Vyšetření postavení a motility očí (*popřípadě změření velikosti úchylky šilhání*).
- Vyšetření předního segmentu oka
- Orientační vyšetření očního pozadí

V případě šilhání do vyšetření dále patří:

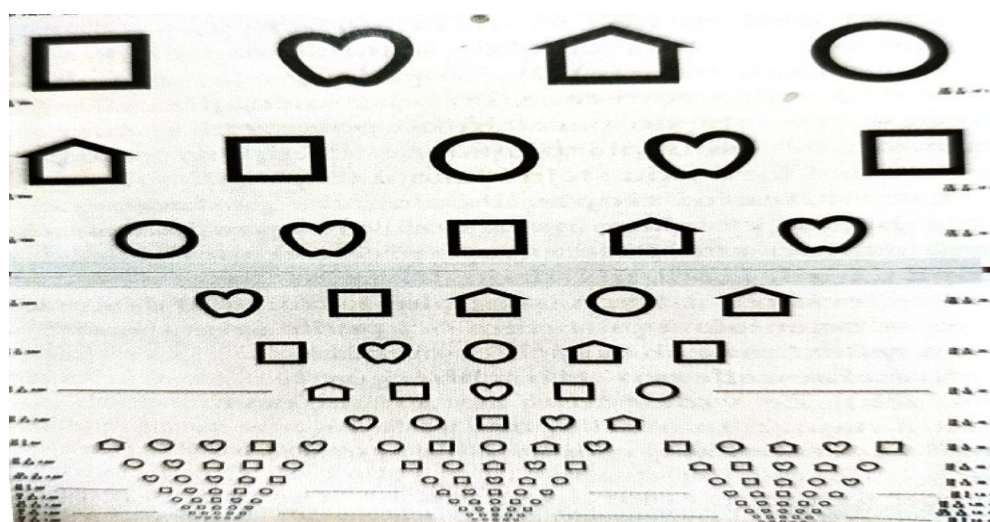
- Vyšetření binokulárního vidění či případného dvojitého vidění (diplopie)
- Vyšetření refrakce

➤ Vyšetření zadního segmentu oka v arteficiální mydriáze (u šilhajícího dítěte vždy!)

Dle potřeby je možné doplnit i vyšetření nitroočního tlaku, barevného vidění, zorného pole atp. Pokud mají lékaři navíc podezření na souvislost lokálního nálezu s celkovým systémovým onemocněním, jsou většinou nutná další vyšetření a spolupráce se specialisty z jiných medicínských oborů. (Štrofová a kol., 2022)



Obrázek 2 optotypy s Pflügerovými háky (Dětská oftalmologie, © 2022)



Obrázek 3 optotypy s Lea symboly (Dětská oftalmologie, © 2022)

5 Vybrané zrakové vady dětského věku

5.1 Šilhání (*strabismus*)

Šilhání (*strabismus*) označuje poruchu paralelního postavení očí (ortoroferie), která v České republice postihuje asi 7% dětské populace. Jeho příčinou je obvykle chyba v koordinaci centrálních mozkových mechanismů, které řídí pohyblivost očí a zodpovídají za kvalitu vidění. Strabismus jako takový také není samostatnou klinickou jednotkou, ale často bývá spojen s tupozrakostí (*amblyopie*), refrakčními vadami (typicky dalekozrakostí) či poruchami binokulárního vidění. Vzácně může být jeho podkladem i vrozený šedý zákal (kongenitální katarakta) nebo nitrooční nádor (retinoblastom). Upřít nelze ani genetické predispozice, šilhání ale nepatří mezi typická dědičná onemocnění (multifaktoriální dědičnost). Vyšší četnost strabismu můžeme dále pozorovat u dětí neurologicky postižených či nedonošených. (Odehnal, 2020). Právě nedonošené děti mají šilhání v podstatně vyšší prevalenci než děti narozené v řádném termínu. Rozdíl je také ve formě strabismu, kterou tyto děti často trpí. Zatímco u dětí s nízkou porodní hmotností spíše převládá exotropie, u dětí narozených v řádném termínu je to esotropie. (*viz dále*). Strabismus se u předčasně narozených dětí též neodmyslitelně pojí s dalšími rizikovými faktory, včetně ROP, DMO či s již uváděnými refrakčními vadami. Děti s nízkou porodní hmotností navíc také často vykazují potíže s hloubkovým (prostorovým) viděním, které se šilháním velice úzce souvisí. (Arch Ophthalmol, 2002).

Zajímavá je rovněž možná souvislost dětského strabismu a duševního zdraví v následné dospělosti. Některé vědecké studie totiž naznačují, že děti s diagnózou strabismu (zejména s exotropií) mají údajně vyšší riziko rozvoje duševních poruch v rané dospělosti, zvláště ve třetí dekádě života. (Ophthalmology, 2007). V neposlední řadě bylo vědeckými studiemi prokázáno, že děti, jež strabismem trpí, mají v porovnání se svými nešilhajícími vrstevníky zhoršeny své motorické dovednosti (rovnováha, chytání předmětů...). Předmětné narušení motorických funkcí však nesouvisí s konkrétní formou či úchylnou šilhání, ale s dyskordinací mezi oběma očima. (Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, 2020).

Klasifikace strabismu prochází neustálým vývojem a není za všech okolností jednotná. To, co je pro ni však společné a determinující, je typ úchylny šilhání. Jedna z možností

klasifikace, využívaná i v našich zemích, vychází dle Odehnala a kolektivu (2022) z následujících kritérií:

1. Etiologie:

- A. Souhybný (*konkomitantní*) strabismus – úhel šilhání je stejný ve všech pohledových směrech, motilita očí není narušena (*typické pro dětský věk*).
- B. Inkomitantní (*paralytický*) strabismus – úhel šilhání se mění v různých pohledových směrech, motilita očí je narušena, a to nejčastěji v důsledku obrny jednoho či několika okohybných svalů (*typické pro dospělý věk, u dětí relativně vzácné*).

2. Směr:

- A. Konvergentní strabismus (*esotropie*) – šilhající oko se uchyluje směrem dovnitř
- B. Divergentní strabismus (*exotropie*) – šilhající oko se uchyluje směrem ven
- C. Hypertropie – šilhající oko se uchyluje směrem nahoru
- D. Hypotropie – šilhající oko se uchyluje směrem dolů

3. Preference fixace:

- A. Monokulární strabismus – šilhá vždy jen jedno oko
- B. Alternující strabismus – oči se v šilhání střídají

4. Úhel:

- A. Konstantní (*manifestní*) strabismus – šilhání je zřejmé a trvalé
- B. Intermitentní strabismus – šilhání je patrné buď jen do dálky, nebo jen do blízka
- C. Latentní strabismus – šilhání je patrné při dislokaci okohybných svalů narušením fúze

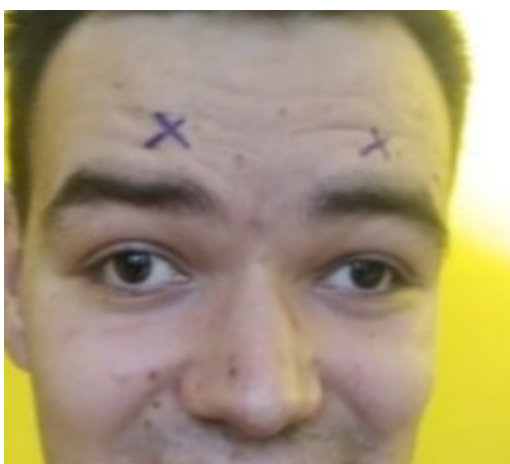
Strabismus má však nejen rozměr kosmeticko – psychologický, ale především funkční. Pokud tato zraková vada totiž není včas a řádně léčena, může vést až k rozvoji zmiňované tupozrakosti (*amblyopie*), jež může trvale omezit vyvíjející se zrakové funkce dítěte. Tento proces je charakteristický aktivním potlačováním zrakových vjemů šilhajícího oka dětským mozkiem a včasnost jeho adekvátní léčby je naprosto zásadní. Po přibližně 6–7. roce věku je vývoj zraku ukončen, a tudíž se úspěšnost léčby tupozrakosti stává značně omezenou. Vlastní léčba je dlouhodobá, vyžaduje pečlivou spolupráci rodičů a zahrnuje jak přístupy konzervativní, tak chirurgické, vytvářející jednotný léčebný plán. (Odehnal, 2014).

V rámci konzervativní terapie je prvotním krokem diagnostika refrakční vady a její následná korekce brýlemi, které pomáhají snižovat, nebo dokonce odstranit akomodativní složku strabismu. Pokud je u šilhajícího oka zároveň diagnostikována tupozrakost, je nezbytně nutné souběžně (a neprodleně) zahájit okluzní (pleoptickou) léčbu. Tento empiricky zjištěný a ověřený léčebný postup spočívá v pravidelném zakrývání vedoucího (zdravého) oka náplastovým okluzorem, který podporuje tupozraké oko dítěte v aktivní činnosti. (Odehnal, 2020). Zatímco dříve byla odborníky prosazována celodenní okluze, nynější vědecké poznatky prosazují okluzi mnohem kratší (během 1 dne maximálně hodinovou), která dítě podstatně méně stresuje, a naopak poskytuje prostor k mnohem intenzivnějšímu výcviku binokulárních funkcí – např. v podobě her, navlékání korálků, omalovánek apod. (Odehnal a kol., 2022).

Cílem operativní (chirurgické) terapie strabismu je snaha o dosažení souběžného (paralelního) postavení okohybných svalů. Pokud dítě trpí kongenitálními a infantilními (tj. vrozenými) formami strabismu, operace zpravidla nastupuje dříve, nejlépe do 1 roku života. Získané formy strabismu jsou většinou operovány po ukončení konzervativní léčby, obvykle mezi 3. a 6. rokem věku. Vlastních chirurgických výkonů, jimiž se strabismus koriguje, je mnoho. Jejich principem je buď zesílení, nebo naopak oslabení příslušných okohybných svalů. Do úvahy mohou přijít i výkony transpoziční, event. jejich kombinace. Je však třeba zdůraznit, že předmětné operace neovlivňují ani diagnostikovanou refrakční vadu, ani tupozrakost, ale zlepšují kosmetický stav a poskytují podmínky pro další případnou léčbu. (Odehnal, 2020).

V posledních letech se také ukazuje, že došlo k výraznému poklesu strabologických operací pro sbíhavé šilhání (tzv. esotropii) a naopak nárustu chirurgických výkonů pro rozbíhavé šilhání (tzv. exotropii), která je zpravidla korigována zadními fixačními stehy. (Pub Med, 2024). Na základě vědeckých studií dále vyplynulo, že ačkoliv kosmeticky nepřijatelné postavení očí u dětských pacientů se strabismem nepředstavuje nejzásadnější problém, jeho psychosociální důsledky nejsou zanedbatelné. Rodiče těchto dětí se v návaznosti na zmiňované vědecké studie shodují na tom, že právě kosmetika bývá důvodem, proč jsou tyto děti ve vrstevnických kolektivech terčem posměchu. Také jsou toho názoru, že by všechny diagnostikované formy strabismu měly být v dětském věku operovány, a tyto operace by

měly být plně hrazeny příslušnými zdravotními pojišťovnami. Z vědeckých studií rovněž vychází skutečnost, že pravostranné šilhání je rodiči i jejich dětmi obecně vnímáno hůře než šilhání levostranné, a proto si v tomto kontextu zasluhuje větší pozornost. Kromě toho bylo ze strany dětí potvrzeno, že esotropie má v porovnání s exotropií o něco negativnější konotaci – rodiče rozdíl ve vnímání obou těchto forem dětského strabismu ale paradoxně nezaznamenali. (Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology, 2011).



Obrázek 4 esotropie pravého oka (Osobní archiv autora, © 2022)



Obrázek 5 opakovaná chirurgická korekce strabismu (Osobní archiv autora, © 2022)

5.2 Refrakční (dioptrické) vady

Refrakční (dioptrické) vady jsou zrakové vady, které jsou způsobeny změnou lomivosti optických prostředí (rohovky, čočky, komorové vody a sklivce) nebo osovou délkou oka. Rovnoběžné paprsky, jež do oka vstupují, v tomto případě nejsou soustředěny na sítnici. V obecné rovině můžeme zmiňované vady rozdělit na sférické, zahrnující krátkozrakost a dalekozrakost, a asférické, zahrnující astigmatismus. (Štrofová, 2019). Tyto vady jsou zároveň jednou z nejčastějších příčin rozmazaného vidění v dětském věku. (American Academy of Ophthalmology, 2014).

5.2.1 Krátkozrakost (*myopie*)

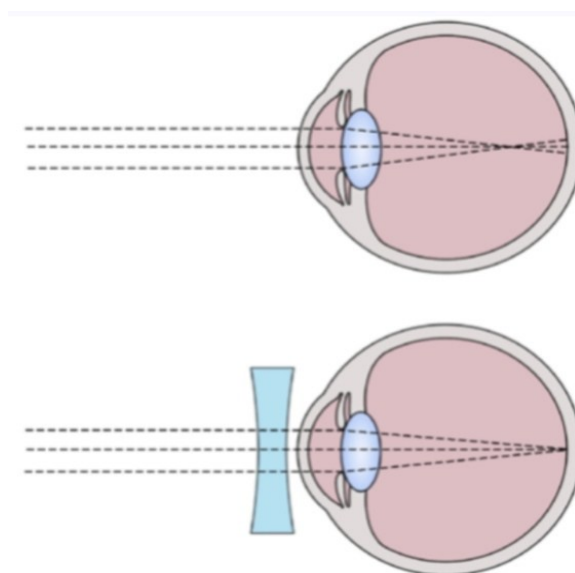
Krátkozrakost (*myopie*) je refrakční vada, která v dětském věku stále představuje významnější a významnější zdravotní problém. U českých dětí dosahuje prevalence této zrakové vady až 30 % (Odehnal, 2021). Vlastní vznik myopie je důsledkem prodloužení optické osy oka nebo zvýšené lomivosti očních médií. To následně vede k tomu, že obraz předmětů ve vzdálenějších polohách dopadá před sítnici a dítě je vidí neostře. (Štrofová a kol., 2022). Podle některých vědeckých studií se myopie celosvětově rychle šíří, a vzniká tak její „epidemie“ (Gignac, 2020).

Vývoj myopie je výsledkem interakce genetických predispozic a faktorů prostředí. Genetické faktory jsou potvrzeny vyšším výskytem krátkozrakosti u jednovaječných dvojčat a dále u dětí s krátkozrakými rodiči. (Štrofová a kol., 2022). Nelze opomenout ani tzv. deprivanční myopii, která je spojena se zvýšeným namáháním zraku při intenzivní práci na blízko a s častým používáním digitálních zařízení. Bylo rovněž prokázáno, že časté uvolňování dopaminu v sítnici, které je ovlivněno světelnými podmínkami, může zastavit prodlužování oční koule, a tedy i rozvoj krátkozrakosti samotné. Diskutovaným tématem je také možná souvislost mezi myopií a pobytem dětí venku. Ukazuje se totiž, že děti, které venku tráví čas více, mají údajně nižší počet dioptrií než ty děti, které jsou primárně obkloповány moderními informačními technologiemi. (Gignac, 2020).

Klasifikace myopie zahrnuje myopii lehkou (*kolem – 1 dioptrie*), myopii středně těžkou (*do – 4,5 dioptrie*) a myopii těžkou (*maligní*). Ta je charakteristická svou tendencí k progresi, vysokými dioptrickými hodnotami, ale také možným rizikem odchlípení sítnice. Společným

znakem všech těchto forem je každopádně skutečnost, že se výsledný obraz tvoří před sítnicí, což umožňuje poměrně dobré vidění na blízko, ale špatné vidění do dálky. (Odehnal, 2021).

V rámci diagnostického procesu je klíčové měření zrakové ostrosti (vizus) a stanovení konkrétní formy i stupně této dioptrické vady. Pokud je u dítěte diagnostikována myopie progresivní, je zapotřebí průběžně sledovat předozadní délku bulbu – ta se může totiž každoročně o cca -0,5 dioptrie změnit. (Giganc, 2020). Léčba dětské krátkozrakosti obvykle zahrnuje koreci pomocí brýlových skel s rozptylnými (*minusovými*) čočkami, které jsou v současné době již zcela bezpečné a esteticky přijatelné. Alternativně lze využít také kontaktní čočky, vhodné i pro kojence. Je však zapotřebí důsledně respektovat hygienické zásady jejich užívání. Postupy refrakční chirurgie se v návaznosti na probíhající vývoj oka v dětském věku většinou nevyužívají. Výjimkou jsou maximálně případy těžkých, progresivních myopií či situace, kdy dochází k výraznému dioptrickému rozdílu mezi pravým a levým okem. Oddálení nástupu myopie nebo zpomalení její progresy v návaznosti na pobyt venku a omezení času před obrazovkami jsme si již výše připomněli. (Odehnal, 2021).



Obrázek 6 korekce myopie rozptylkou (Dětská oftalmologie, © 2022)

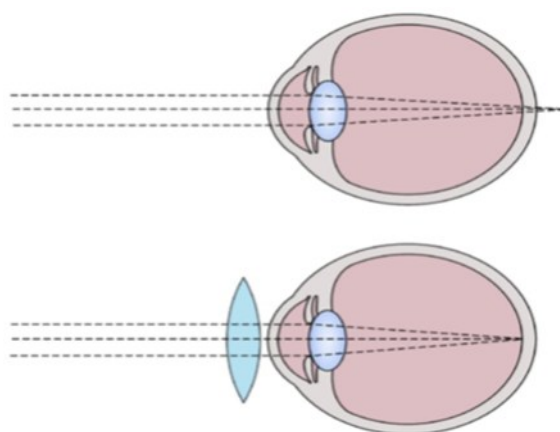
5.2.2 Dalekozrakost (*hypermetropie*)

Dalekozrakost (*hypermetropie*) je běžná dioptrická vada dětského věku, která postihuje téměř každého novorozence, ale s postupným růstem dětského oka většinou spontánně vymizí. U některých dětí ale přetrvává a v důsledku kratší předozadní délky bulbu a protnutí světelných paprsků za sítnicí způsobuje rozmazané vidění na blízko. Závažnost této dioptrické vady je měřena v plusových dioptriích. Lehká dalekozrakost zahrnuje hodnoty od +0,25 do +3 dioptrií. Středně těžká dalekozrakost se pohybuje mezi +3,25 a +6 dioptriemi. O těžké dalekozrakosti mluvíme, pohybují-li se dioptrické hodnoty mezi +6,25 a +9 dioptriemi. Začíná-li dalekozrakost na hodnotě +9,25, jedná se o dalekozrakost velmi těžkou.

Symptomy této vady však v dětském věku nemusejí být příliš výrazné, a tak může být dalekozrakost zpočátku přehlížena. Pokud však dítě začne trpět opakovanými bolestmi hlavy, únavou, nesoustředěností, motorickými obtížemi nebo se jednoduše chová neobvykle, může se jednat právě o rozvíjející se dalekozrakost. (Dětské oční centrum Kukátko, n.d.). Jestliže je navíc vada korigována včas, může pomoci eliminovat i další patologické jednotky, včetně šilhání či z něj vyplývající tupozrakosti. (American Journal of Ophthalmology, 2008).

Ačkoliv ve vědecké komunitě nepanuje jednoznačná shoda na tom, které hodnoty hypermetropie si v dětství již zasluhují korekci, v určitém bodě jsou odborníci zcela jednotní – čím dříve je dalekozraké dítě léčeno, tím lépe. Nejen s ohledem k rozvoji zrakových funkcí, ale také vzhledem k určitému posílení školní úspěšnosti. Vědeckými studiemi je totiž prokázáno, že i zdánlivě nižší stupně dalekozrakosti mohou negativně ovlivnit školní výkonnost dětí, zvláště při dlouhodobě trvající práci na blízko. (American Academy of Optometry, 2015). Zároveň ze zmiňovaných studií plyne, že pokud je dalekozrakým dětem nasazena adekvátní brýlová korekce, jejich zraková ostrost se prokazatelně zlepšuje. V případě, že je hypermetropii přidružen také strabismus, tyto výsledky jsou slabší, ale stále dobře korigovatelné brýlemi. (American Journal of Ophthalmology, n.d).

Hlavní korekční metodou jsou proto dioptrické brýle, v tomto případě s plusovými (*spojnými*) čočkami. Lze uvažovat také o kontaktních čočkách, ale ty nemusejí být vzhledem k nutnosti správné manipulace a hygieny pro každé dítě ideální. (Dětské oční centrum, n.d).



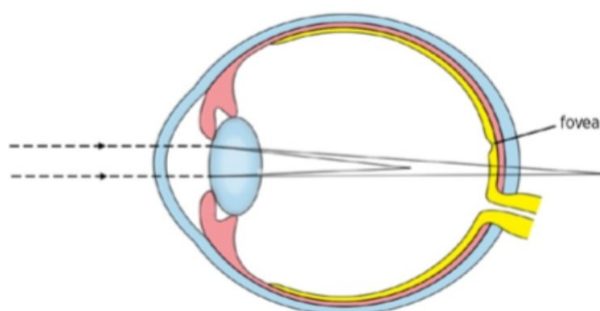
Obrázek 7 korekce hypermetropie spojkou (Dětská oftalmologie, © 2022)

5.2.3 Astigmatismus

Astigmatismus, znám také jako cylindrická oční vada, je dioptrická vada způsobená nestejným zakřivením rohovky či čočky. U zdravého oka je rohovka pravidelná a kulovitá, což umožňuje rovnoměrný lom světelných paprsků. (Dětské oční centrum Kukátko, n.d). U dítěte s astigmatismem je však rohovka nepravidelného, vejčitého tvaru. Tato její nepravidelnost následně zapříčiňuje, že světlo dopadá na sítnici různě, a tak je vidění na všechny vzdálenosti rozostřeno a zdeformováno. (Lattin, 2022). Tato vada může být vrozená, ale stejně tak může vzniknout také v důsledku onemocnění rohovky, úrazů, alergií či operací. (Dětské oční centrum, Kukátko, n.d). Astigmatismus může postihnout buď jedno, nebo obě oči. (Lattin, 2022).

Príznaky astigmatismu mohou být značně rozmanité. Zatímco některé děti si na ně nemusejí stěžovat vůbec, u jiných se v důsledku této patologie může vyskytnout mnoho specifických symptomů – rozmazané vidění, mhouření očí, bolesti hlavy, citlivost na světlo, problémy se čtením textu (např. na školní tabuli) či potíže s rozpoznáváním obličejů. K vlastní diagnostice této poruchy obvykle dochází u specialisty (dětského oftalmologa). Ten v některých případech u dítěte diagnostikuje i přidruženou krátkozrakost či dalekozrakost, což jsou další dioptrické vady, které bývají s astigmatismem provázány. Většina astigmatických dětí z tohoto důvodu vyžaduje nasazení adekvátní brýlové korekce či kontaktních čoček, které vidění zlepší. U velmi malých dětí, trpících jen mírným stupněm astigmatismu, však existuje také možnost, že se tato dioptrická vada věkem spontánně upraví sama. Jestliže je ale naopak výrazná, ať již na jednom či obou očích, může být spojena i

s rizikem rozvoje tupozrakostí (*amblyopie*). Je-li však amblyopie diagnostikována včas, lze ji úspěšně léčit – nejčastěji kombinací brýlové korekce a zakrývání zdravého (vedoucího) oka náplastovým okluzorem. I zde je každopádně naprosto nezastupitelná úloha rodičů. Ti dítě v léčbě podporují, pravidelně s ním navštěvují oční kontroly, snaží se regulovat jejich čas strávený za obrazovkami, a naopak do jejich denního režimu zařazují co nejvíce venkovních aktivit. (Barriga, 2021).



Obrázek 8 astigmatismus (Dětská oftalmologie, © 2022)

5.3 Šedý zákal (*katarakta*)

Vrozený šedý zákal (*kongenitální katarakta*) je katarakta, která je přítomna v době narození a významnou měrou narušuje průhlednost oční čočky. Tato skutečnost může zvláště v kritickém období vývoje zrakových funkcí dítěte vést k závažným zrakovým problémům (Hycl, Trybučková, 2008; Odehnal, 2014). Včasná detekce a vhodná léčba této patologie jsou proto klíčové a neměly by být podceňovány. (Odehnal, 2014).

Z etiologického hlediska může být kongenitální katarakta buď jednostranná, nebo oboustranná, a často vzniká na základě virových, parazitárních či jiných infekcí prodělaných během prenatálního období. Zanedbat nelze ani genetické predispozice. Mezi konkrétní symptomy, upozorňující na případnou kongenitální kataraktu, řadíme například bloudivé pohyby očí (*nystagmus*), druhotné šilhání či bělavý odlesk v zornici. (Odehnal, 2014). Stejně tak se může objevit i tupozrakost (*amblyopie*). Při ní mozek ignoruje signály, které přicházejí z postiženého oka, což může následně trvale narušit příslušné binokulární funkce. (NHS, 2022).

Prevalence kongenitální katarakty je zhruba 1 živě narozené dítě na 4 000 porodů. Prevence tohoto onemocnění spočívá převážně v eliminaci určitých rizikových faktorů v průběhu těhotenství (virové infekce, kouření, konzumace alkoholu...). Na území České republiky je každopádně každý novorozenec v porodnici podroben screeningovému vyšetření, které detektuje vrozené oční vady, včetně kongenitální katarakty. Tento screening přesněji spočívá v kontrole průhlednosti očních medií, a to na základě reflexu, cíleně vybaveného od očního pozadí dítěte. Ukáže-li toto vyšetření jakékoliv abnormality, je dítě následně odesláno k vyšetření podrobnějšímu. (Odehnal, 2014).

Chirurgická léčba kongenitální katarakty je indikována v těch situacích, kdy zakalená čočka viditelně omezuje vývoj zrakových funkcí. Vlastní operace je prováděna oftalmologem a probíhá za použití celkové anestezie. V jejím průběhu je zakalená čočka z postiženého oka vyjmuta a posléze nahrazena čočkou umělou (nitrooční), což je dnes i u dětí faktický standard. (NHS 2022; Odehnal, 2014). Po operaci by měla následovat komplexní pooperační péče, zahrnující pravidelné sledování růstu a vývoje oka, zrakové ostrosti a nastavené brýlové korekce. (Odehnal, 2014). Vlastní chirurgický výkon, jímž kongenitální kataraktu u dítěte příčinně odstraňujeme, může být však v určitých případech spojen i s riziky. Do úvahy konkrétně přichází například rozmazané vidění, rozvoj šilhání či zeleného zákalu, v extrémních případech i riziko odchlípení sítnice. Zvláště riziko rozvoje zeleného zákalu je rizikem zásadním. Proto by mělo být u dětí po operaci katarakty celoživotně sledováno a pravidelně doplňováno měřením nitroočního tlaku. (NHS, 2022).

Nedílnou součástí léčby této patologie bývá obvykle také nastavení brýlové korekce (případně kontaktních čoček), jelikož čočka umělá (nitrooční) umožňuje dítěti zaostřovat jen na dlouhé vzdálenosti. (NHS, 2022). S tím se neodmyslitelně pojí rodiče, kteří dítě v nošení brýlí či kontaktních čoček podporují a podílejí se i na ortoptickém výcviku, vedoucím k rozvoji binokulárního vidění dítěte. (Odehnal, 2014).

5.4 Zelený zákal (*glaukom*)

Vrozený zelený zákal (primárně kongenitální glaukom) je závažné oční onemocnění, které je charakteristické zvýšením nitroočního tlaku v důsledku vrozené poruchy odtoku komorové vody. Uvedená patologie je zodpovědná za přibližně 15 % všech těžkých zrakových vad dětského věku, a pokud není včas a řádně léčena, může vést až ke slepotě.

(Odehnal, 2015). Přístup k diagnostice a léčbě zmiňovaného onemocnění by měl být proto komplexní a také cíleně zaměřený na prevenci případné tupozrakosti (*amblyopie*), která může značnou měrou ovlivnit vyvíjející se zrakové funkce dítěte. Tento přístup konkrétně zahrnuje pravidelnou kontrolu nitroočního tlaku a použití pokročilých zobrazovacích metod, včetně optické koherenční tomografie (OCT), přispívající k včasné diagnostice jakýchkoliv strukturálních změn v oku postiženého dítěte. (Biglan,2006).

Kongenitální glaukom se typicky objevuje v raném věku, zpravidla do 3 měsíců po narození (tzv. infantilní glaukom), nebo se manifestuje později (tzv. pozdně manifestovaný glaukom). Z patofyziologického hlediska je důsledkem nedostatečného vývoje buněk a tkání, které zabezpečují odvod komorové vody. Tento vývojový deficit následně zapříčiňuje anatomickou překážku v tzv. duhovko – rohovkovém úhlu, což vede ke kumulaci komorové tekutiny a zvýšení nitroočního tlaku. Stěžejní roli v této patologii hrají také genetické mutace, zvláště v genu [CY1B1](#). Ta je typická zejména pro chlapce, převážně romského etnika. (Odehnal, 2015).

Vědecké studie dále naznačují, že různé typy glaukomu mají také různě závažnou prognózu. Zatímco například prognóza infantilního glaukomu je relativně dobrá, tzv. afakický glaukom (glaukom vznikající po operaci katarakty) je prognosticky závažnější. Uvedené studie rovněž zdůrazňují, že jakmile jsou zrakové funkce dítěte s glaukomem stabilizovány, je zapotřebí nadále udržovat jeho nitrooční tlak – ideálně pod 19 Torry. Tohoto efektu lze dosáhnout buď farmakologicky, nebo provedením chirurgického výkonu, odstraňujícího překážky v odtokových cestách komorové tekutiny. (Biglan, 2006).

I navzdory pokrokům na poli diagnostiky a léčby je kongenitální glaukom nadále nevléčitelnou chorobou, umožňující lékařům maximálně stabilizaci zrakových funkcí a zastavení progresu onemocnění. Klíčové jsou také následné oční kontroly, které se provádějí po celý zbytek života dítěte a během nichž se pravidelně kontroluje nitrooční tlak, celkový stav oka, rozsah zorného pole i zraková ostrost. Nedílnou součástí těchto kontrol je nepochybně i provedení speciálních testů, zhodnocujících celkový stav sítnice a zrakového nervu. (Odehnal, 2015).



Obrázek 9 dítě s kongenitálním glaukomem pravého oka (Lékaři online, © 2015)

5.5 Onemocnění očních víček

5.5.1 Pokles očního víčka (*ptóza*)

Vrozený pokles očního víčka (kongenitální ptóza) označuje přítomnost povislého očního víčka či očních víček od narození. Zároveň se ale také může jednat o patologii, která v některých případech nemusí být patrná ihned po narození, ale až během několika následujících měsíců. Může být jednostranná či oboustranná. Prognosticky závažná ptóza může narušovat optickou osu vidění, a pokud není řádně korigována, vést až k tupozrakosti. Abnormální pokles víčka nebo obou z nich má na dítě výrazný funkční i psychosociální dopad a může být alarmující jak pro pacienta samotného, tak jeho rodiče. (Untail a kol., 2023).

Příčinou zmiňované vrozené poruchy je narušení vývoje svaloviny (tzv. myopatie) zvedáče horního víčka, jenž nám umožňuje jeho zdvižení (elevaci), a zabezpečuje tak nerušený prostup zrakových vjemů do oka. V případě kongenitální ptózy, ať již jednostranné nebo oboustranné, však není tento sval řádně vyvinut, jeho funkčnost je omezená, nebo dokonce zcela chybí.

Pokud je ptóza jednostranná, obvykle se projevuje asymetrií očních štěrbin, z nichž je jedna užší a druhá širší. V důsledku toho mohou být děti zvýšeně unavené, mohou zaklánět hlavičku nebo si víčko zvedat svými prsty. Menší ptóza zpravidla není tak nápadná a často je diagnostikována až v době, kdy začne dítě sedět či chodit. Klinický obraz je ale značně

rozmanitý. Vada bývá rovněž spojena s mnoha doprovodnými očními onemocněními, včetně šilhání a dioptrických vad, a může být součástí i různých genetických syndromů. (blefarofimozní syndrom, Downův syndrom, misdirection syndrom). U některých forem se může také objevit i anomální inervace postiženého zvedáče (Marcus Gunnův fenomén). Tyto případy jsou poměrně specifické, jejich četnost je však v klinické praxi nižší.

Děti, u kterých je ptóza diagnostikována, jsou většinou pediatricky i neurologicky zcela zdravé a ptóza se u nich vyskytuje izolovaně. Spontánní úprava této patologie je však nepravděpodobná. Lehčí formy sice mohou s přibývajícím věkem ustupovat, ale typicky kongenitální ptózy s těžším průběhem nadále přetrvávají. V rámci diagnostiky je stěžejní provedení komplexního očního vyšetření, zvláště zaměřeného na hodnocení zrakové ostrosti a detekci případné tupozrakosti. Cílem všech zmiňovaných postupů je sledování pohyblivosti očí, funkčnosti postiženého svalu a dalších přidružených anomálií. Je-li to vzhledem k charakteru diagnostikovaných obtíží vhodné, mohou lékaři provést také neurologické či genetické vyšetření, případně RTG očnice.

Léčba kongenitální ptózy může být jak konzervativní, tak chirurgická. Je-li souběžně s touto vadou diagnostikována tupozrakost, je na místě terapie okluzní (pleoptická), kdy je zdravé (vedoucí) oko cíleně zakrýváno náplast'ovým okluzorem proto, abychom tupozraké oko co nejvíce podpořili v aktivní činnosti. V případě, že je ptóza skutečně těžká, je brzy indikována operace, často do jednoho roku věku. Dále je nezbytná v těch případech, kdy dítě za účelem lepšího vidění zaklání hlavu, a vystavuje se tak riziku rozvoje kontraktur šijových svalů. V lehčích případech můžeme s operací každopádně počkat a průběžně sledovat vývoj zrakových funkcí.

Vlastní operace probíhá v celkové anestezii, trvá většinou 30 minut a dítě obvykle následující den odchází do domácího ošetření. Je-li ptóza lehčí, koriguje se zkrácením tarzu. V těžších případech přichází na řadu závěs víčka na čelní sval pomocí biologických či silikonových materiálů. Přibližně týden po samotném výkonu se odstraňují stehy a následuje cílená rehabilitace. Ta spočívá v tréninku pohybu víčka pomocí čelního svalu a pravidelných kontrolách zrakových funkcí. (Odehnal, 2020).



Obrázek 10 kongenitální ptóza s vertikálním strabismem

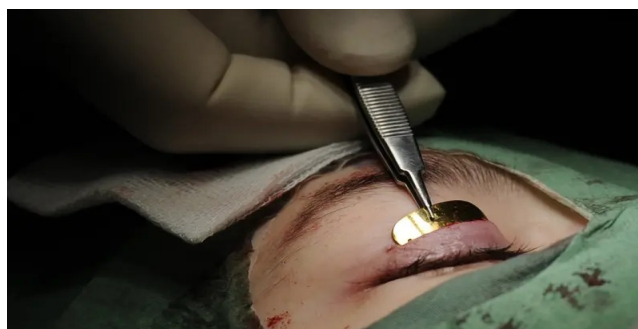
(Lékaři online, © 2015)

5.5.2 Lagofthalmus

Obraha lícniho nervu (*nervus facialis*) označuje komplexní poruchu, která negativně ovlivňuje jeho motorické, sekreční i senzoričné funkce. (Odehnal a kol., 2022). Zároveň navozuje kaskádu patologických procesů, které narušují fyziologii horního i dolního očního víčka. Vznikající lagofthalmus je příčinou nedokonalé ochrany rohovky, která v různém rozsahu trvale zůstává v kontaktu s vnějším prostředím. První vážnou komplikací tohoto patologického stavu je expoziční keratitida, jež může skončit trvalým a ireverzibilním poškozením celé části rohovky. Prvořadým úkolem oftalmologa je proto za všech okolností udržet její integritu. (Odehnal, 2012).

K tomuto účelu většinou slouží pravidelná aplikace lubrikačních kapek, mastí, gelů nebo i vlhká komůrka. Aplikace botulotoxinu, který navozuje umělou ptózu (a tím pádem chrání rohovku), se v dětském věku nevyužívá, stejně jako reanimace vlastního nervu či „face lift“. V některých případech může být však u dítěte provedena zevní tarzografie, jejímž cílem je zkrácení oční štěrbinu z temporální strany. (Odehnal a kol., 2022). Svou jednoduchostí se ale nejvíce osvědčily tzv. víčkové implantáty, které jsou svou hmotností a gravitací schopny spontánně, mechanicky uzavřít postiženou oční štěrbinu. (Odehnal, 2012).

Implantát je obdélníkovitého tvaru, je přizpůsoben fyziologickému zakřivení víčka a na svém povrchu má 3 drobné otvory pro fixační stehy. Bývá vyroben z ušlechtilého, biologicky inertního kovu (zlato, titan, platina), který operátor všije do podkoží a zafixuje k tarzální ploténce. Výkon samotný začíná řezem oční rýhou horního víčka. Následně je vypreparována svalovina svěrače víčka a obnažen tarzus. Poté je otvory v implantátu provléknut šicí materiál a „destička“ je symetricky připevněna k tarzální ploténce. Operace končí krytím sterilním obvazem a aplikací lokálních antibiotik. (Odehnal, 2012).



Obrázek 11 implantace víčkového implantátu u sedmileté dívky (FNM, © 2010)

5.6 Onemocnění sítnice

5.6.1 Retinoblastom (*Rb*)

Retinoblastom je nejčastějším nitroočním nádorem dětského věku. Jeho incidence je přibližně 1 případ na 14 700 až 22 600 živě narozených dětí. V České republice se každoročně diagnostikuje v průměru 6 až 7 dětí s tímto onemocněním. Patologie se vyskytuje ve 2 klinických formách – hereditární a nehereditární. Hereditární forma tvoří asi 40 % případů a je charakteristická zárodečnou mutací retinoblastomového genu ([Rb 1 genu](#)), která může být buď zděděna, nebo vzniká de novo. Nehereditární forma postihuje většinou jeden bulbus a často se vyskytuje u starších dětí mezi 1. a 3. rokem věku. Zhruba 10–15 % dětí s hereditárním retinoblastomem může mít chorobu lokalizovanou jen v jednom bulbu. To s sebou nese nutnost genetického vyšetření periferní krve, které slouží k potvrzení zárodečné mutace retinoblastomového genu a k posouzení rizika dalších nádorových onemocnění. (Švojgr, 2016). Postiženo může být buď jedno, nebo obě oči dítěte. (American Academy of Ophthalmology, 2024).

Retinoblastom roste ze světločivné vrstvy oka a následně zasahuje až do sklivcového prostoru. Nádorovým partikulím, volně plovoucím v těchto místech, říkáme seeding. Pokročilejší růst nádoru může vést až k invazi do cévnatky, zrakového nervu či centrální nervové soustavy. Výjimkou nejsou ani systémové metastázy v oblasti kostí či jater. (Švojgr, 2016).

Nejčastějším příznakem je leukokorie, bělavý reflex v zornici, který je často patrný na fotografii pořízené bleskem. Mezi další příznaky řadíme kupříkladu druhotný strabismus, orbitocelulitidu, heterochromii nebo zvýšený nitrooční tlak. Diagnóza je stanovena

oftalmologem na základě nepřímé oftalmoskopie s impresí, ultrazvukového vyšetření bulbů a fotodokumentace pod celkovou anestézií. Typickým nálezem jsou mnohočetné bílo – žlutavé nádorové hmoty s kalcifikacemi a subretinální tekutinou. Kromě zmíněného lze také případně provést MRI mozku a očnice, lumbální punkci nebo aspiraci kostní dřeně.

Léčba retinoblastomu je přizpůsobena každému případu individuálně. Její typ závisí na řadě faktorů, včetně laterality, lokalizace a velikosti primárního nádoru, přítomnosti metastáz a odhadované prognóze pacientova zraku. Většinou je indikována buď systémová chemoterapie, nebo terapie fokální, využívající kupříkladu laserové ozáření, mrazení či tepelnou destrukci nádoru. V krajních případech je také možná léčba chirurgická, spočívající v úplném odstranění (enukleaci) postiženého oka. Léčba samotná vyžaduje multidisciplinární přístup a spolupráci několika specialistů, ať již oftalmologů, optiků, onkologů, genetiků, zdravotních sester, sociálních pracovníků či odborníků na duševní zdraví.

I navzdory své náročnosti a komplexitě je však léčba retinoblastomu obvykle úspěšná a při jejím včasném zahájení lze úspěšně vyléčit až 95 % postižených dětí. Jejich případná morbidita je většinou dána přítomností sekundárních malignit, nikoliv primárním nádorem jako takovým. (American Academy of Ophthalmology, 2020).



Obrázek 12 bělavá zornice pravého oka u pacientky s jednostranným (unilaterálním) retinoblastomem (Dětská oftalmologie, © 2022)

5.6.2 Retinopatie nedonošených (ROP)

Retinopatie nedonošených (ROP) označuje onemocnění sítnice u novorozenců s nízkou porodní hmotností. Je charakteristické bujením novotvořených cév a vazivovou proliferací, což může následně vést až k odchlípení sítnice a vážnému poškození zrakových funkcí. I navzdory pokrokům v oblasti neonatologické péče zůstává ROP významnou příčinou dětské nevidomosti ve vyspělých zemích. Hlavní patologické změny probíhají na rozhraní vaskulární a avaskulární nezralé sítnice. Choroba má tendenci ke spontánní regresi, která dosahuje až 70 %. (Odehnal a kol., 2011).

ROP je multifaktoriální onemocnění, v jehož rámci hraje klíčovou roli nestabilní koncentrace vdechovaného kyslíku. Současný vědecký výzkum je zaměřen na význam vaskulárního endotelového růstového faktoru (*VEGF*), který je zásadní pro počáteční tvorbu cév sítnice. Rozvoj, průběh i prognóza ROP jsou významnou měrou ovlivněny stupněm nezralosti novorozence, vyjádřeným nízkou porodní hmotností a nízkým gestačním věkem. Nejvyšší riziko ROP mají děti, které jsou narozeny mezi 26. a 27. gestačním týdnem, s porodní hmotností pod 900 gramů. (Odehnal, 2014).

Akutní forma ROP je rozlišena na 5 stádií. První a druhé stádium často spontánně ustoupí, zatímco stádia pozdější již vykazují nezvratné jizevnaté a funkční změny postižené sítnice. Nejdůležitější je třetí stádium, kdy lékaři rozhodují o vlastní léčbě. U extrémně nedonošených dětí může být průběh atypický, což označujeme jako tzv. agresivní formu ROP.

Nejúčinnějším postupem léčby je laserová fotokoagulace či kryokoagulace sítnice, která snižuje tvorbu nových cév a podporuje vznik jizvy, zamezující odchlípení sítnice. U prognosticky špatných forem se do sklivcového prostoru aplikují anti – VEGF látky, které potlačují patologickou novotvorbu cév. Ve výjimečných případech může být také provedena vitreoretinální operace. Efektivita konzervativních metod, jako jsou aplikace kortikoidů, vitamínu E, oxygenoterapie či terapie světlem, nebyla žádnými studiemi prokázána.

Děti s ROP by měly být dlouhodobě sledovány dětským oftalmologem či ve specializovaných centrech. Často se u nich vyskytují dioptrické vady, šilhání či tupozrakost. Děti s těžkými následky vyžadují komplexní péči a rehabilitaci, včetně pomoci při sociálním

začlenění, výběru školy nebo nalezení zaměstnání. Důležitá je také podpora psychologická, případně právní. (Odehnal, 2014).

Závěr

Dětská oftalmologie, o jejíž problematiku v této bakalářské práci šlo, je poměrně rychle se rozvíjejícím oborem medicíny, který v posledních letech dosáhl nebývalého pokroku. Nejedná se jen o pokrok ryze diagnostický (např. směrem k celoplošnému screeningu kongenitální katarakty), ale také o pokrok na úrovni genetiky či molekulárních příčin mnoha očních onemocnění dětského věku. Právě tyto aspekty do značné míry přispěly ke zlepšení kvality života těchto dětí a také k tomu, že mnohé patologické jednotky, dříve zdánlivě neřešitelné, dovedeme v dětství nyní velice efektivně léčit.

Uvedená bakalářská práce se nejprve zabývala obecnými aspekty, kterými byly anatomie, fyziologie a ontogeneze lidského oka, jež čtenářům poskytly nezbytné znalostní minimum pro porozumění souvislostem v dalších kapitolách. Značnou část předkládané rešerše pak tvořily charakteristiky vybraných zrakových vad u dětí, které byly autorem vybírány na základě své četnosti a relevance pro klinickou praxi dětského oftalmologa. Vlastní rešerše zmiňované problematiky byla v obecných partiích provedena s pomocí analýzy nejnovějších vědeckých monografií, v částech následujících i s přispěním odborných článků české i zahraniční provenience. V návaznosti na úvod je však i zde zapotřebí zdůraznit, že bez včasné diagnostiky a léčby očních patologií, jakož i následné spolupráce mezi dítětem, rodičem a renomovaným dětským oftalmologem, nelze dětským pacientům s různorodými poruchami zraku zajistit harmonický růst a vývoj.

Z dlouhodobé perspektivy je proto naprosto stěžejní, aby byly i nadále vylepšovány diagnostické a terapeutické postupy, které se v dětské oftalmologii využívají. Obor nastíněný v této bakalářské práci však nelze vnímat jen čistě medicínsky. Zrak totiž představuje nejen lidský smysl, ale také klíč, jímž se zapojujeme do vzdělání, sociálních interakcí a osobního rozvoje. Budoucnost dětské oftalmologie tudíž leží nejen v ruce očních lékařů, ale také v ochotě celé společnosti investovat do zdravotnické péče a prevence. Jen tyto faktory totiž každému dítěti umožní naplno využít vlastní potenciál.

Seznam použitých informačních zdrojů

Odborné zdroje:

1. Čihák, R. (2016). *Anatomie 3* (3. upravené a doplněné vydání). Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5636-3.
2. *Dětská oftalmologie: Klinické a mezioborové souvislosti*. (2022). Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3052-8.
3. Dylevský, I. (2019). *Somatologie: Pro předmět základy anatomie a fyziologie člověka* (3., přepracované a doplněné vydání). Grada. ISBN 978-80-271-2673-6.
4. Hornová, J. (2011). *Oční propedeutika*. Grada. ISBN 978-80-247-7190-8.
5. Hycl, J., & Valešová, L. (2008). *Atlas oftalmologie* (2. vydání). Triton. ISBN 978-80-7387-160-4.
6. Kittnar, O. (2020). *Lékařská fyziologie* (2., přepracované a doplněné vydání). Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1963-4.
7. Naňka, O., & Elišková, M. (2019). *Přehled anatomie* (4. vydání). Galén. ISBN 978-80-7492-450-7.
8. Pašta, J. (2017). *Základy očního lékařství*. Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-2460-0.
9. Štrofová, H. (2019). *Praktický průvodce očními chorobami*. Medical Services, Mladá fronta. ISBN 978-80-204-5278-8.
10. Biglan, A. W. (2006). Glaucoma in Children: Are We Making Progress? *Journal of AAPOS*, 10(1), 7–21. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1091853105002635>
11. Česká a slovenská neurologie. (2011). Víčkové implantáty v terapii lagofthalmu. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2011-4/vickove-implantaty-v-terapii-lagofthalmu-35794>

12. Česká a slovenská oftalmologie. (2011). Současný pohled na retinopatii nedonošených. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-oftalmologie/2011-2/soucasny-pohled-na-retinopatii-nedonosnych-35145>
13. Medicine Sciences. (2020). Retinopathy of Prematurity. Dostupné z: https://www.medecinesciences.org/articles/medsci/full_html/2020/07/msc200095/msc200095.html
14. Mohny, B. G., McKenzie, J. A., Capo, J. A., Nusz, K. J., Mrazek, D., & Diehl, N. N. (2008). Mental illness in young adults who had strabismus as children. JAMA Network. Dostupné z: <https://publications.aap.org/pediatrics/article/121/5/1040/31050>
15. O'Connor, A. R., Stephenson, T. J., & Johnson, A. (2002). Strabismus in children of birth weight less than 1701 g. JAMA Network. Dostupné z: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/194125>

Ostatní zdroje:

16. American Academy of Ophthalmology. (n.d.). Children's refractive errors. Dostupné z: <https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/children-refractive-errors>
17. Dětské oční vady. (n.d.). Astigmatismus. Dostupné z: <https://www.detskeoci.cz/detske-ocni-vady/astigmatismus/>
18. Dětské oční vady. (n.d.). Dalekozrakost u dětí. Dostupné z: <https://www.detskeoci.cz/detske-ocni-vady/dalekozrakost-u-deti/>
19. Insight Vision Center. (n.d.). Astigmatism in children. Dostupné z: <https://www.insightvisioncenter.com/astigmatism-in-children/>
20. KidsHealth. (n.d.). Astigmatism. Dostupné z: <https://kidshealth.org/en/parents/astigmatism.html>
21. Odehnal, M. (2014a). Šilhání v dětském věku [online]. Šance dětem. Dostupné z: <https://sancedetem.cz/silhani-v-detskem-veku>
22. Odehnal, M. (2014b). Šilhání v dětském věku [online]. Centrum zraku. Dostupné z: <https://centrumzraku.cz/silhani-v-detskem-veku>

23. Odehnal, M. (2014c). Vrozené oční vady [online]. Šance dětem. Dostupné z: <https://sancedetem.cz/vrozene-ocni-vady>
24. Odehnal, M. (2015). Vrozený glaukom (dětský zelený zákal) [online]. Lékaři online. Dostupné z: <https://www.lekari-online.cz/ocni-lekarstvi/zakroky/vrozeny-glaukom-detsky-zeleny-zakal>
25. Odehnal, M. (2020). Krátkozrakost na své řešení stále čeká [online]. Centrum zraku. Dostupné z: <https://centrumzraku.cz/2021/09/01/kratkozrakost-na-sve-reseni-stale-ceka/>

Vyjádření k využití nástrojů umělé inteligence

V rámci uvedené bakalářské práce byly nástroje umělé inteligence (výhradně ChatGPT - 4) autorem využity jako nástroje podpůrné. Umožnily autorovi získat základní přehled o popisovaných tématech a napomohly mu s pochopením těch skutečností, které mu v rámci využívaných informačních zdrojů (odborné články, monografie) nebyly zcela jasné. Zároveň poskytly návrhy témat, která by mohla mít vzhledem k tématu práce zvýšenou relevanci, a pomohly stručně shrnout aktuální vědecké poznání a trendy dětské oftalmologie, které se odrážejí převážně v závěru této práce. Kromě zmíněného byly využity i pro sjednocení formátu citací, které byly autorem však předem dohledány a prověřeny. Konečné úpravy jednotlivých částí textu práce však autor provedl samostatně. Veškerý text práce je tudíž zpracován autorem a nástroje umělé inteligence nebyly použity pro jeho generaci.

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 vnitřní (anatomická) stavba lidského oka (WebMD, © 2009) | 15 |
| Obrázek 2 optotypy s Pflügerovými háky (Dětská oftalmologie, © 2022) | 26 |
| Obrázek 3 optotypy s Lea symboly (Dětská oftalmologie, © 2022) | 26 |
| Obrázek 4 esotropie pravého oka (Osobní archiv autora, © 2022)..... | 30 |
| Obrázek 5 opakovaná chirurgická korekce strabismu (Osobní archiv autora, © 2022) | 30 |
| Obrázek 6 korekce myopie rozptylkou (Dětská oftalmologie, © 2022) | 32 |
| Obrázek 7 korekce hypermetropie spojkou (Dětská oftalmologie, © 2022) | 34 |
| Obrázek 8 astigmatismus (Dětská oftalmologie, © 2022) | 35 |
| Obrázek 9 dítě s kongenitálním glaukomem pravého oka (Lékaři online, © 2015)..... | 38 |
| Obrázek 10 kongenitální ptóza s vertikálním strabismem | 40 |
| Obrázek 11 implantace víčkového implantátu u sedmileté dívky (FNM, © 2010) | 41 |
| Obrázek 12 bělavá zornice pravého oka u pacientky s jednostranným (unilaterálním) retinoblastomem (Dětská oftalmologie, © 2022) | 42 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 jednotlivé fáze vývoje embryonálního oka (Dětská oftalmologie, © 2022)..... | 19 |
| Tabulka 2 fyziologický vývoj vidění (Dětská oftalmologie, © 2022) | 21 |