

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLMOUCI

KATEDRA OPTIKY

# LATERALITA A OČNÁ DOMINANCIA

Bakalárska práca

VYPRACOVALA:

Veronika Konečná

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Študijný rok 2018/2019

VEDÚCI BAKALÁRSKEJ PRÁCE:

RNDr. Mgr. František Pluháček, Ph.D.

**Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne pod vedením RNDr. Mgr. Františka Pluháčka, Ph.D. a s použitím literatúry uvedenej v závere práce.

V Olomouci dňa 07.05.2019

.....

Veronika Konečná

### **Pod'akovanie**

Moje pod'akovane patrí vedúcemu bakalárskej práce RNDr. Mgr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D. za ochotnú spoluprácu, cenné rady a pripomienky, ktoré mi v priebehu písania mojej práce poskytol.

Táto práca bola vytvorená za podpory projektov IGA PŕF UP v Olomouci s názvom „Optometrie a její aplikace“ č. IGA\_PrF\_2018\_007 a IGA\_PrF\_2019\_005.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	5
<b>1 MOZOG</b> .....	6
1.1 Vývoj mozgovej nesúmernosti .....	6
1.2 Prenos informácií medzi hemisférami .....	7
1.3 Mozog a lateralita .....	8
<b>2 LATERALITA</b> .....	9
2.1 Stupne laterality .....	10
2.2 Typy laterality .....	11
2.3 Genotyp a fenotyp vo vzťahu k lateralite .....	11
2.4 Vyšetrovanie laterality .....	11
<b>3 OČNÁ DOMINANCIA</b> .....	14
3.1 Rozdelenie a metódy určenia očnej dominancie .....	15
3.1.1 Senzorická dominancia .....	16
3.1.2 Okulomotorická dominancia .....	18
3.1.3 Smerová očná dominancia .....	21
<b>4 VYUŽITIE OČNEJ DOMINANCIE</b> .....	25
4.1 Monovision .....	25
4.2 Využitie očnej dominancie v refrakčnej chirurgii .....	27
4.3 Využitie očnej dominancie u multifokálnych kontaktných šošoviek .....	28
4.3.1 Dizajn multifokálnych kontaktných šošoviek .....	28
4.3.2 Pravidlá aplikácie multifokálnych kontaktných šošoviek .....	32
4.4 Očná dominancia a šport .....	33
<b>ZÁVER</b> .....	35
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY</b> .....	36

# ÚVOD

Uprednostňovanie jedného z párových orgánov počas bežných aktivít je súčasťou každodenného života každého jedného z nás. Lateralita sa prejavuje rozdielnou aktivitou a výkonnosťou jedného z párových orgánov v porovnaní s druhým. Najvýraznejšou preferenciou z pomedzi párových orgánov je uprednostňovanie jednej z rúk. Väčšina z nás si však neuvedomuje, že okrem preferencie horných končatín veľakrát uprednostňujeme aj jednu z dolných končatín, či dokonca uší. Pre nás optometristov je najdôležitejšie očná dominancia, ktorá sa uplatňuje okrem iného aj pri korekcii zraku.

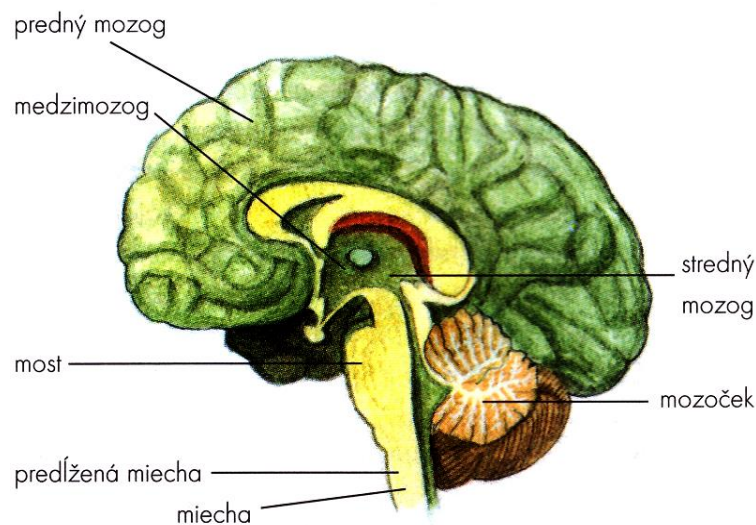
Cieľom je popísať jednotlivé druhy očnej dominancie, a to v obecnom kontexte lateralitý organizmu, a ďalej vo vzťahu ku korekcii zraku. V mojej bakalárskej práci sa zaoberám dvomi hlavnými témami, a to problematikou stranovej preferencie a očnej dominancie. V prvej časti práce pre celistvejšie pochopenie lateralitý je najskôr objasnený vývoj mozgovej nesúmernosti a prenos informácií medzi mozgovými hemisférami. Ďalej sa venujem rozdeleniu lateralitý, kde rozdelím a popíšem jednotlivé typy a stupne stranovej preferencie. V druhej časti práce objasním problematiku očnej dominancie. Nie vždy je možné vykorigovať obe oči tak, aby boli na rovnakej úrovni. V takomto prípade je vhodné využiť znalosť očnej dominancie a dominantnému oku ponechať kvalitnejší vnem, keďže nedominantné oko lepšie zvládne neostrý obraz. Očná dominancia zohráva dôležitú úlohu aj pri športových aktivitách ako streľba, kde je nevyhnutné pracovať s dominantným okom športovca. No predovšetkým sa uplatňuje pri použití metódy monovision a korekcii pomocou multifokálnych kontaktných šošoviek. Hlavným cieľom práce je teda zhrnúť vyšetrovacie metódy a možnosti využitia očnej dominancie pri korekcii zraku vrátane vybraných špecifických prípadov.

# 1 MOZOG

Mozog je mohutne vyvinutým kraniálnym oddielom centrálného nervového systému, ktorý je uložený v dutine lebečnej. Je rozdelený na dve na prvý pohľad súmerné hemisféry. Pri podrobnejšom pozorovaní jednotlivých zrkadlovo položených závitov a brázd ukazujú veľké množstvo odchýlok a nezhôd. Ľavá strana mozgu sa od pravej strany odlišuje makroskopicky, histologicky aj chemicky. Súhrn odchýlok v súmernosti organizmu podľa jeho strednej roviny nazývame lateralitou. [1, 2, 3]

Mozog sa skladá z niekoľkých častí [1] a to (viď obr.1):

- a) predný mozog (prosencephalon) – koncový mozog (telencephalon), medzimotoz (diencephalon)
- b) stredný mozog (mesencephalon)
- c) zadný mozog (rhombencephalon) – mozoček (cerebellum), Varolov most (pons Varoli) a predĺžená miecha (medulla oblongata)



Obr. 1 - Pozdĺžny rez mozgom [4]

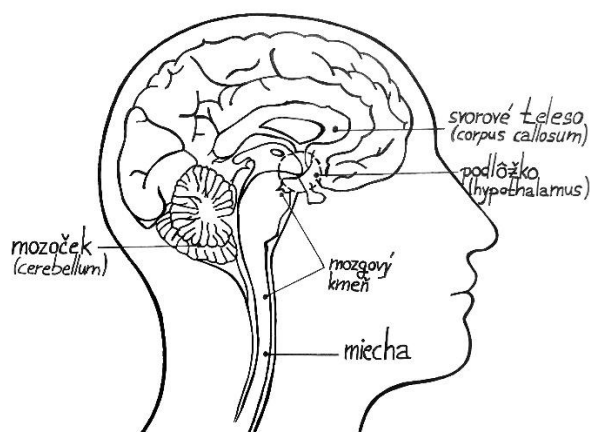
## 1.1 Vývoj mozgovej nesúmernosti

Stranová nesúmernosť hemisfér je preukázateľná od pomerne raných vývojových štádií mozgu. Rast mozgu prebieha veľmi nerovnomerne. S rastom mozgu sa vyvíjajú jednotlivé mozgové oblasti, postupne sa vyvíjajú jednotlivé jeho laloky a s nimi spojené kôrové funkcie. Najrýchlejšie rastie záhlavný lalok (okcipitálny). Temenný (parietálny) lalok sa vyvíja tak, že jeho horné časti rastú skôr než dolné.

Najneskôr dospieva čelný (frontálny) lalok. Až približne v šiestich rokoch života človek nadobúda 90 % hmotnosti dospelého mozgu. Celkový režim mozgového systému sa ustáli až v puberte, kedy dosahuje mozog dospelého stavu. [5]

## 1.2 Prenos informácií medzi hemisférami

Mozog je najkomplikovanejší systém na prenos informácií. Každá hemisféra dostáva informácie z opačnej polovice tela. Keďže sa nervové vlákna v predĺženej mieche krížia, riadi ľavá hemisféra pravú polovicu tela a pravá hemisféra riadi ľavú. Následne sú čiastkové informácie prenesené z jednej hemisféry do druhej, aby mohli byť spracované. Na ich prenos slúžia dráhy nazývané komisury. Najmohutnejšia z nich má latinský názov corpus callosum (svorové teleso) nachádzajúca sa v koncovom mozgu. V tomto mieste sú združené milióny vlákien spájajúcich zrkadlovo súhlasné miesta v hemisférach (viď obr. 2). Obojstranná zdvojená informovanosť zaisťuje rovnováhu a dáva mozgu ustálenosť a istotu. Napríklad následkom poranenia je zrkadlovo uložená oblasť v druhej hemisfére schopná túto funkciu zaisťovať v ďalšom vývoji. Avšak priechodnosť informácií komisurami má svoje obmedzenie najmä u komplikovaných reťazových oznámení, ako je reč a písmo. Hemisféry pri činnostiach navzájom spolupracujú, ale aj potláčajú nadmernú aktivitu protiľahlej pologule. Asymetria mozgu spočíva v tom, že ľavá hemisféra riadi rečové a jazykové funkcie, logiku, uvažovanie a motorické činnosti. Pravá hemisféra riadi priestorové vnímanie, umelecké schopnosti a emócie. Vizualne procesy, matematika a sluch sú zdieľané oboma hemisférami. Avšak ľudia nemajú dominantnú celú jednu alebo druhú polovicu mozgu. Určité časti mozgu špecifické procesy riadia, ale neovládajú ich úplne. Obe polovice mozgu spolu neustále komunikujú, spolupracujú a chovajú sa ako jeden celok. K ucelenému a harmonickému životu sú bezpodmienečne potrebné obe hemisféry. [5, 6]



Obr. 2 - Vertikálna schéma centrálneho nervového systému človeka; upravené podľa [5]

### 1.3 Mozog a lateralita

Podkladom vzniku laterality mohla byť génová mutácia, ktorej výsledkom bola alela praváctva, taktiež pomenovaná dextral alela D. Táto alela viazala rečové funkcie praváctva na ľavú hemisféru. Možnosť, že sa na vzniku laterality podieľajú najmä genetické vplyvy, nasvedčuje sledovanie pohybu ľudských plodov v trojtýždenných intervaloch medzi 12. – 27. týždňom vnútromaternicového vývoja. Ukázalo sa, že v každom z týchto vekových období pohybuje 83 % plodov častejšie pravou než ľavou hornou končatinou. Pozorovanie dokladá, že si v priebehu vnútromaternicového vývoja vkladá do úst palec pravej ruky 95 % ľudských plodov. [2, 5]

Ďalšie výrazné prejavy laterality môžeme pozorovať už od samého narodenia dieťaťa. Výrazne asymetrické držanie tela u novorodenca naznačuje budúce praváctvo alebo ľaváctvo. Najvýznamnejšie obdobie vo vývoji laterality jedinca je medzi piatym a siedmym rokom života. V tejto fáze dochádza k veľmi dôležitým zmenám v živote dieťaťa a v jeho vzťahu k okoliu. Do pomerov laterality zasahuje najviac rozhodnutie, ktorou rukou sa dieťa má učiť písať. Precvičovaním riskujeme vždy väčšie alebo menšie poškodenia vývoja mozgových mechanizmov a môžeme dieťa poškodiť na celý život. V prípade, ak je ľavoruké dieťa precvičované, tak mu môžeme spôsobiť deformáciu v mozgovej nesúmernosti, čo sa potom prejaví vo fenotype laterality. Dysfunkcia sa môže prejavíť spôsobom napríklad, že dieťa začne koktať. Precvičovanie sa však môže prejavíť až oveľa neskôr, kedy je už ťažko odstrániteľné a spôsobuje rôzne intelektuálne, či charakterové poruchy. Preto je dôležité zdôrazniť, že takýto nešetrný zásah do prirodzeného vývoja dieťaťa prináša oveľa väčšie nebezpečenstvo a nevýhody. [5]



## 2 LATERALITA

Lateralita alebo stranová preferencia pochádza z latinského *latus*, *lateris*, čo znamená strana, bok. Pojem lateralita znamená vzťah pravej a ľavej strany k organizmu alebo prednostné užívanie jedného z párových orgánov. Ide o nesúmernosť a rozdielnu aktivitu horných a dolných končatín, očí alebo uší. Takmer každý človek má tendenciu mať dominantnú pravú alebo ľavú ruku, pravé alebo ľavé oko. Lateralita je vývojová, nie patologicky podmienená asymetria organizmu. U človeka, ako posledného článku vo vývoji tvorstva, je prejavom lateralít najviac. Preto lateralitu chápeme ako jav fyziologický, čiže je vyšším vývojovým znakom. Týka sa buď tvaru, ide o lateralitu tvarovú alebo činnosti párových orgánov, v takomto prípade ide o lateralitu funkčnú. [5, 7]

### **Tvarová lateralita**

Tvarová lateralita poukazuje na morfológiu ľudského tela. Ľudské telo je na prvý pohľad celkom súmerne. Avšak celková súmernosť ľudského tela je len zdanlivá. Čím budeme všímavejší, tým viac drobnejších rozdielov nájdeme. Výrazná asymetria je v krvnom obeh, kde je najnápadnejšie najmä ľavostranné uloženie srdca. Tvarová lateralita sa prejavuje najvýraznejšie na hlave, končatinách, a na trupe. Lebečné švy nebývajú vždy v strednej čiare. Odchýlky v súmernosti trupu sú závislé na chrbtici. Väčšinou býva u pravákov v hrudnej časti mierne vybočená doprava a v krížovej doľava. Tvarové nesúmernosti na končatinách sa pokladajú za celkom obvyklý jav. Uvádza sa, že 75 % ľudí má pravú pažu aj ruku dlhšiu, niekedy aj silnejšiu. Dokonca ani očnénice nezvyknú byť rovnaké tvarom, či dokonca veľkosťou. [3, 7]

### **Funkčná lateralita**

Rozdielnosť vo výkonnosti párových orgánov môže byť rôzneho stupňa. Funkčná lateralita znamená, že jedinec užíva jeden z párových orgánov prednostne. Rozumieme tým, že jedinec uprednostňovaným orgánom vykonáva určité úlohy ľahšie, rýchlejšie, lepšie a jednoduchšie. Ide o lepšiu koordináciu motorického alebo zmyslového výkonu jednej strany. Čím vyššia funkcia, tým skôr je vyznačený sklon k asymetrii. Lateralita tvarová i funkčná spolu veľmi tesne súvisia, preto ich od seba nemožno oddeľovať. Z toho dôvodu je potreba posudzovať prejavy lateralít celkovo s ohľadom na celý organizmus, na jeho vývoj aj vzťahy k prostrediu. [3, 7]

## 2.1 Stupne laterality

Lateralitu rozdeľujeme podľa viacerých kritérií, môžeme ju vyjadriť ako kvalitatívny alebo kvantitatívny znak. Kvalitatívne vyjadrenie laterality je rozdelené do jednej z piatich kategórií [5]:

- vymedzené, výrazné ľaváctvo  $\mathcal{L}$
- menej vymedzené, mierne ľaváctvo  $\mathcal{L}$ -
- nevymedzená, neurčitá laterality (ambidextria)  $\mathcal{A}$
- menej vymedzené, mierne praváctvo  $\mathcal{P}$ -
- vymedzené, výrazné praváctvo  $\mathcal{P}$

Stupeň laterality, čiže kvantitatívny znak sa najčastejšie vyjadruje pomocou kvocientu pravorukosti alebo indexu laterality. Pre výpočet indexu laterality  $L_i$  poznáme Cuffov vzorec [5]

$$L_i = \frac{P - L}{P + L} \cdot 100,$$

kde  $P$  znamená počet úloh, ktoré osoba vykoná pravou rukou a  $L$  je počet úloh vykonaných ľavou rukou alebo nohou, či pravým alebo ľavým okom. Po dosadení do vzorca a výpočte sa dostaneme k výsledku s kladnými číselnými hodnotami v rozmedzí od 0 až +100, čo udáva stupeň praváctva, alebo k záporným číselným hodnotám od 0 do -100, čím vyjadrujeme stupeň ľaváctva.

Veľakrát sa diskutuje o tom, či človek je konzistentný pravák alebo ľavák. Na vyjadrenie počtu pravostranných reakcií v percentách sa používa kvocient pravorukosti (Dexterity Quotient), ktorý označujeme DQ [5]

$$DQ = \frac{P+A/2}{n} \cdot 100.$$

V tomto vzťahu vyjadruje  $P$  súčet všetkých pravostranných reakcií, veličina  $A$  vyjadruje nevymedzené reakcie a  $n$  udáva počet všetkých vykonaných úloh.

## 2.2 Typy laterality

Typy laterality sa určujú pri diagnostike porúch písania a čítania, preto porovnáваме vzťah laterality očí a rúk. Ak porovnááme lateralitu jedného orgánu s lateralitou iných orgánov zistíme súhlasný alebo nesúhlasný typ laterality [5, 8]:

- a) lateralita súhlasná – prevaha jednej strany u všetkých párových orgánov, teda vedúca ruka aj vedúce oko sú pravé,
- b) lateralita nesúhlasná (skrížená) – znamená, že vedúca ruka je pravá a vedúce oko je ľavé,
- c) lateralita neurčitá – nejasný typ preferencie jedného z orgánov.

## 2.3 Genotyp a fenotyp vo vzťahu k lateralite

K najkomplikovanejším deleniam laterality patrí vzťah genotypu a fenotypu. Genotypom rozumieme vrodenný základ laterality na podklade štrukturalizácie mozgových hemisfér, kde v činnosti prevláda ľavá alebo pravá strana. Genotyp laterality nie je však javom trvalým. Vplyvy vonkajšieho prostredia môžu genotyp laterality potlačovať alebo mu vyhovovať. Môže byť ovplyvnený výchovou alebo učením.

Fenotypom rozumieme výsledný prejav laterality, ktorý je ovplyvnený spoločenským prostredím. Vonkajší tlak okolia spôsobí preferenciu pravej alebo ľavej strany. Môže nastať prípad, že dieťa je vrodene (genotypom) ľavák, ale prejavom laterality (fenotypom) sa javí ako pravák, napr. vplyvom prostredia. Z toho vyplýva, že fenotypické ľaváctvo obyčajne súhlasí s ľaváctvom vrodenným, ale fenotypické čiže zjavné praváctvo môže v sebe skrývať genotyp praváctva aj ľaváctva. [5, 7, 8, 9]

## 2.4 Vyšetrovanie laterality

Vyšetrovanie laterality je zložitý proces. Záleží predovšetkým na tom, čo vyšetrením chceme sledovať. Neurológa bude zaujímať, aké sú vzťahy medzi vedúcou a pomocnou mozgovou pologuľou. Pedagóg alebo psychológ zameria svoju pozornosť najmä na prejavy laterality. Ide o poznanie a správne hodnotenie rôznych činností človeka v spoločenskom živote. [7]

## **Preferencia rúk**

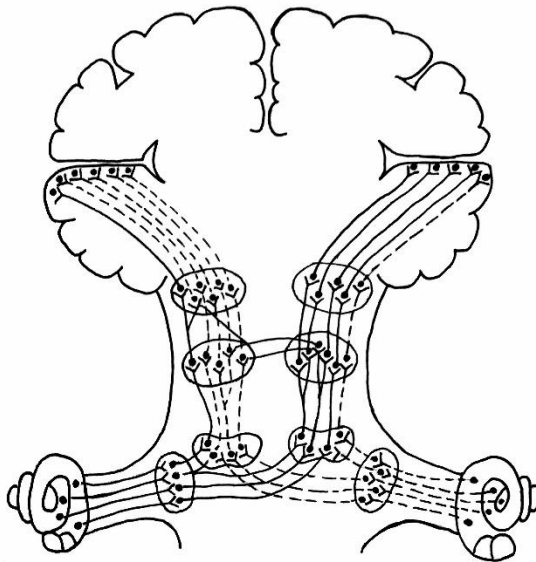
Prejav lateralitý horných končatín patrí k najčastejšie skúmaným v celom spektre. Môžeme ho pozorovať už od útleho detstva, kedy deti začínajú používať ruky prakticky okamžite. Približne v troch rokoch je dieťa schopné vyjadriť preferenciu rúk a to tak, že dáva prednosť jednej ruke pred druhou v činnostiach ako je jedenie alebo hra. V porovnaní s ostatnými párovými orgánmi tela je prejav lateralitý horných končatín oveľa všestrannejší, nesúmernejší a rozmanitejší. Centrum pre riadenie pohybu horných končatín je v čelných lalokoch pred hlavnou mozgovou ryhou. Nervové spoje riadiace hrubú i jemnú pohybovú činnosť horných končatín sú z najväčšej časti prekrížené, čo spôsobuje, že motorická oblasť každej mozgovej pologule ovláda pohyby paže a ruky na protíľahlej časti tela. Činnosť horných končatín je veľmi rozmanitá, a preto na jej určenie používame rôzne metódy. Prejav lateralitý môžeme pozorovať už od prvých troch mesiacov života dieťaťa najlepšie na tom, ktorou rukou uchopuje predmety. Postupné uplatňovanie preferencie jednej z rúk môžeme sledovať až do školského veku. Pozornosť by sme mali venovať tomu, ktorou rukou dieťa drží lyžičku, kefkú na zuby, či hádže loptu na diaľku. [3, 5]

## **Preferencia nôh**

Činnosť dolných končatín je riadená z najvyšších častí motorickej oblasti mozgu, v čelných lalokoch pred hlavnou mozgovou ryhou. Väčšina nervových dráh sa na ceste k predným rohom miechy kríži (viď kapitola 1.2). To znamená, že bunky jednej mozgovej pologule ovládajú svaly dolnej končatiny na protíľahlej strane tela. Nesúmernosť dolných končatín sa prejavuje tak, že jedna dolná končatina je zdatnejšia v silových výkonoch a druhá vo výkonoch vyžadujúcich presnosť pri švihu. Z hľadiska funkčnej lateralitý je treba považovať za vedúcu nohu tú dolnú končatinu, ktorá je schopná obratnejšieho výkonu. Za najspolahlivejšie skúšky na zistenie preferencie dolnej končatiny sa považuje kopnutie do lopty alebo zdvihnutie nohy čo najvyššie v sede, taktiež pri nasadaní na bicykel človek zdvíha švihovú nohu. V populácii bolo zistené, že asi 90 % pravorukých ľudí má obratnejšiu pravú dolnú končatinu, ale v prípade ľavorukých bola zistená zhodná lateralita horných a dolných končatín v 70 – 75 %. [5]

## Preferencia uší

Väčšina ľudí si vyvinie určitý stupeň stranovej preferencie nie len u rúk a nôh, ale takisto je to tak aj u uší. Zvuk sa v uchu rozkladá na jednotlivé signály a tie pomocou elektrochemických pulzov postupujú až do mozgu. Pritom sa rôzne spájajú, rozdeľujú a vracajú (vid' obr. 3). Výsledok je taký, že ak je zdroj zvuku napravo, vzniká silnejší vzruch v sluchovej oblasti ľavej hemisféry. Ak prichádza zvukový signál zľava, silnejšie je pociťovaný v pravej hemisfére. Väčšina akustických nervových dráh prechádza z pravého ucha do ľavého, a napokon do mozgovej poglobule. U väčšiny pravákov je pravé ucho vnímavejšie pre reč a ľavé pre hudbu a nerečové podnety. [3, 5]



Obr. 3 - Schéma sluchových nervových dráh - nervové dráhy z ľavého ucha sú značené plnou čiarou, z pravého prerušovanou čiarou; upravené podľa [5]

### 3 OČNÁ DOMINANCIA

Zrakom vnímame až 90 % informácií o svete, preto zrak môžeme považovať za jeden z najdôležitejších zmyslov. Nesúmernosť očí zistil G. M. Humphrey už v roku 1861. Odvtedy sa preferencií očí venuje zvýšená pozornosť. Predpokladá sa, že každý človek má vedúce oko. Rozdiel je len v intenzite, akou sa vedúce oko presadzuje pri binokulárnom videní. Dominanciu oka nepovažujeme za vrodenu. Vedúcim sa oko stáva pravdepodobne v rannom detstve. Neplatí, že vedúce oko musí mať vždy lepšiu zrakovú ostrosť, avšak nesmie byť výrazne horšia než na oku nedominantnom. Ak je videnie u oboch očí rozdielne z patologického alebo refrakčného hľadiska, prípadne je prítomný strabizmus, lepšie oko nadobúda prevahu. Ak však majú obe oči zrakovú ostrosť približne rovnakú, potom je dominancia väčšinou málo preukázateľná. [5]

Pri použití vhodných testov na stanovenie dominancie oka môžeme takmer vždy preukázať očnú dominanciu vo väčšom alebo menšom stupni. Vo vedení sa môžu obidve oči striedať pri pozeraní do diaľky a do blízka (emetropické oko do diaľky, myopické do blízka). Na rozdiel od prevahy pravákov býva pravé a ľavé oko vedúce približne rovnako často. Tvrdenia, že praváctvo súvisí s prevahou očnej dominancie pravého oka nie sú podložené. V prípade, ak je zhodná dominancia ruky a oka, súhlasí s nimi takmer vo všetkých prípadoch aj noha. Ak je však dominancia ruky a oka skrížená, súhlasí noha s rukou dvakrát častejšie než s okom. Vo výnimočných prípadoch môže nastať zhodná dominancia dolnej končatiny s okom a to vtedy, ak je lateralita horných končatín nevymedzená. Určenie očnej dominancie je okrem iného významné aj pri korekcii zraku. [5]

#### **História očnej dominancie**

O existencii laterality horných končatín sú dochované zmienky už z doby kamennej. Po preskúmaní veľkého množstva primitívnych nástrojov a zbraní sa predpokladalo, že na našej Zemi žila polovica pravorukej a druhá polovica ľavorukej populácie. K pozornosti očnej dominancie sa dostávame až oveľa neskôr, keď v roku 1861 G. M. Humphrey zistil funkčnú nesúmernosť očí. Avšak H. M. Jasper a E. T. Raney upozornili už v druhej polovici tridsiatych rokov, že všetky koncepcie očnej dominancie vychádzajú z troch existujúcich možností nesúmernej činnosti zrakového mechanizmu.

To znamená, že laterálna dominancia je:

- a) v receptorom motorickom riadení oka,
- b) v receptorom (prijímacom) mechanizme oka samotného,
- c) v centrálnych projekčných oblastiach oboch očí v mozgu.

Ako najpravdepodobnejšia sa javila možnosť druhá. Bolo vytvorených niekoľko skúšok, ktoré mali preukázať lepšiu kvalitu zrakového vnemu jedného z oboch očí. Porovnávali sa papily očných nervov oboch očí, pretože sa predpokladalo, že porovnaním rozdielov v sietniciach oboch očí by sa mohla zistiť dominantná mozgová hemisféra. Od päťdesiatych rokov prevládal názor, že predpoklad dominancie v receptorom mechanizme oka je chybný. Neskôr pri skúmaní monokulárneho a binokulárneho videnia boli zistené rozdiely v prejavoch očnej dominancie. Z toho vyplynulo, že jedno z očí môže byť dominantné v iných činnostiach než to druhé. Od tej doby používané skúšky očnej dominancie sú zamerané dvomi spôsobmi. Zisťujú oko, ktoré sa používa prednostne pri monokulárnom videní, teda pri pohľade jedným okom. Toto oko nazývame okom zameriavacím. Druhý spôsob určenia očnej dominancie je pri binokulárnom videní, kedy sa zisťuje smer pri pohľade oboma očami. Vedúce oko má v procese binokulárneho videnia hlavnú úlohu práve v určovaní smeru, označujeme ho ako oko riadiace. [5]

### 3.1 Rozdelenie a metódy určenia očnej dominancie

Očnú dominanciu môžeme rozdeliť do troch hlavných kategórií a to na **senzorickú**, **okulomotorickú** a **smerovú**. Uvedené typy očnej dominancie sa môžu odlišovať a vyskytovať nezávisle na sebe. Nepredpokladá sa, že každý bude mať všetky typy očnej dominancie na tom istom oku. Napríklad na pravom oku môže prevládať senzorická dominancia a na ľavom okulomotorická dominancia. Taktiež sa môže líšiť stupeň očnej dominancie. Niektorí môžu mať silnú očnú dominanciu na jednom oku, no naopak niektorí môžu mať takmer zhodnú dominanciu oboch očí, či dokonca v niektorých prípadoch sa očná dominancia môže voľne striedať medzi oboma očami. Výnimka nastáva napríklad pri jednostrannom strabizme, kedy za dominantné oko sa považuje oko bez strabizmu. [10, 11]

### **3.1.1 Senzorická dominancia**

Uprednostňovanie jedného oka pred druhým v situáciách pri monokulárnom videní. Druhé nedominantné oko sa ľahšie utlmí. Rozhodujúca môže byť kvalita obrazu, jeden obraz je výraznejší pri fyziologickej diplopii. Uplatnenie senzorickej očnej dominancie využívame pri pozeraní sa do hľadáča fotoaparátu alebo pri pozorovaní mikroskopom. V oboch prípadoch uprednostňujeme jedno oko, ktoré je senzorickejšie a druhé väčšinou zatvoríme. [10, 11]

Senzorickú dominanciu možno určiť viacerými spôsobmi. Okrem klasického testu s použitím optotypu a zahmlenia oka je to Worthov test, či niektoré moderné postupy založené na polarizovaných testoch. [12, 13]

#### **Metóda optotypu a zahmlenia**

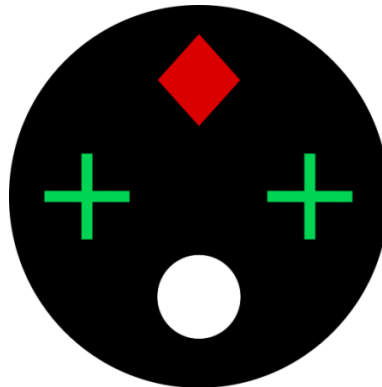
Senzorickú dominanciu na diaľku môžeme určiť pri pohľade na optotyp s odpovedajúcou korekciou. Podstatou tohto testu je, že zistíme rozdiel v jase a kontraste znakov pri zahmlení pravého, a potom ľavého oka. Vyšetovaného poučíme, aby sa pozeral binokulárne na optotyp na najmenší riadok, ktorý dokáže pohodlne prečítať. Použijeme spojnú šošovku o hodnote + 1,5 D a predradíme ju na pár sekúnd vyšetovanému striedavo pred ľavé a pravé oko. Vyšetovaný by mal byť schopný rozhodnúť, pri ktorej z dvoch situácií bolo videnie nepohodlné a rozmazané. Pri porovnaní oboch obrazov by mal byť lepší vnem pri zahmlení senzorickejšieho oka. Ak vyšetovaný zaznamenal lepšie videnie s predradenou šošovkou pred pravým okom, teda toto oko znáša zahmlenie lepšie je okom nedominantným. Naopak ľavé oko je teda oko dominantné. V prípade, že vyšetovaný nie je schopný rozlíšiť, ktorým okom bolo videnie lepšie, zvýšime hodnotu predradenej šošovky. Podobne môžeme testovať senzorickú dominanciu aj do blízka len s tým rozdielom, že predradíme rozptylku. [11, 14]

#### **Worthov test**

Ako ďalší test na určenie senzorickej dominancie môžeme využiť Worthov test, tiež nazývaný aj Worthove svetlá. Tento test je považovaný za klasický anaglifický test vypovedajúci o vlastnostiach binokulárneho videnia. Základom je čierny terč, na ktorom sa nachádzajú dve zelené značky umiestnené v horizontálnom smere a vertikálne nad sebou červená a biela značka. Test sa pozoruje na vyšetrovaciu



vzdialenosť 5 – 6 metrov alebo na blízko na 40 cm. Vyšetrovaný má v priebehu testu nasadenú optimálnu korekciu a červeno-zelené predšádky. Spravidla sa umiestňuje červený filter pred pravé oko a zelený pred ľavé oko. Dochádza k anaglyfickému vnímaniu znakov testu a čiastočnej disociácii zrakových vnemov. Pravé oko cez červený filter vidí hornú červenú a spodnú pôvodne bielu značku. Ľavé oko cez zelený filter vidí tri zelené svetlá - dve vodorovné a tretie pôvodne biele koliesko. Spodný znak je kvôli aditívnemu miešaniu farieb vnímaný pri dostatočnom binokulárnom vyvážení ako biely, v takomto prípade nie je dominancia očí prítomná. Avšak v prípade, že vyšetrovaný vidí spodný znak červený, jedná sa o dominanciu pravého oka. Naopak, ak vidí spodný znak zelený, ide o dominanciu ľavého oka. Môže nastať prípad, kedy nemožno určiť konkrétnu farbu znaku alebo je znak striedavo červený a zelený. Z hľadiska očnej dominancie sa jedná o vyváženú účasť očnému páru na videní. Tento stav môže byť spôsobený súperením pri simultánnom videní alebo sa jedná o alternujúcu dominanciu pri disparátnej fúzy. [15]



Obr. 4 - Worthov test [15]

### **Refrakčný systém PasKal 3D**

Jedná sa o modernú zážitkovú 3D refrakciu, ktorá môže nahradiť klasické optotypy. Tento refrakčný systém umožňuje úplnú monokulárnu refrakciu za binokulárnych podmienok. K zobrazeniu optotypu sa používa 3D monitor, ktorý obrazy cielene oddelí prostredníctvom cirkulárnej polarizácie. Pacient sa po celú dobu refrakcie pozerá cez špeciálne polarizačné filtre, ktoré oddeľujú obrazy pre pravé a ľavé oko. Celý proces 3D korekcie zraku umožňuje používať aj veľa nových testov, vďaka ktorým je refrakcia presnejšia a návyk na nové okuliare rýchlejší. Poskytuje radu stereoskopických testov, či dokonca skrínigové testy. Jedným z nich sú test na farbosleposť a test na určenie senzorickej dominancie oka. U testu na senzoricke

dominanciu sa na pozorovanú scénu (lietajúci balón) premieta obraz psa (pri pohľade pravým okom), alebo mačky (pri pohľade ľavým okom). Vyšetrovaný určuje, či vidí na obrázku lietajúceho balóna vyobrazeného psa alebo mačku (viď obr. 5). Ak vyšetrovaný vidí lietajúci balón a na ňom obraz psa, sensoricky dominantné je pravé oko. Ak sa mu zobrazí mačka, sensoricky dominantné je ľavé oko. Môže nastať prípad, kedy vyšetrovaný nebude schopný určiť či ide o psa alebo mačku to znamená, že nevykazuje očnú dominanciu. Po celú dobu merania je mozog nútený pracovať a skladať videný obraz. Schopnosť rozpoznať hĺbku priestoru a vzájomnú vzdialenosť jednotlivých pozorovaných predmetov je najvyššia schopnosť nášho vizuálneho systému. Tento proces nazývame stereoskopické videnie. Nová metóda PasKal 3D využíva možnosť trvalého priestorového podnetu. Stereoskopické videnie je nám známe prostredníctvom horopteru, vďaka ktorému si ho dokážeme vysvetliť. [16, 17]



a)

b)

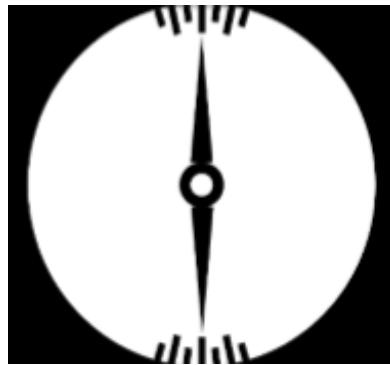
Obr. 5 - Test na očnú dominanciu na systéme PasKal 3D, a) lietajúci balón so psom určuje dominanciu pravého oka, b) lietajúci balón s mačkou určuje dominanciu ľavého oka [16]

### 3.1.2 Okulomotorická dominancia

Tento typ očnej dominancie nastáva v situácii, keď u jedného oka sa oveľa lepšie prejavuje fixácia na pozorovaný predmet pri binokulárnom videní. Dominantné oko sa odchyľuje menej pri fixačnej disparite. K vyšetreniu okulomotorickej dominancie môžeme využiť obecné známe testy na fixačnú disparitu, napr. MKH testy s fúznym stimulom alebo Malletov test, či jeho alternatívy. Za okulomotoricky dominantné oko môžeme označiť to oko, ktoré lepšie fixuje pri vyšetrení na nasledujúcich testoch, čiže dominantnému oku príslušná časť testu vykazuje menšiu alebo žiadnu odchýlku oproti časti testu videného druhým (nedominantným) okom. [11]

## Ručičkový test

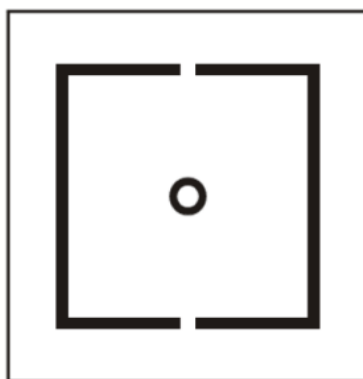
Slúži nám na diagnostiku a korekciu horizontálnych heteroforií. Test obsahuje vertikálnu dvojpólovú ručičku, stupnicu, nepolarizujúce stredové medzikružie v úlohe centrálného fúzneho podnetu a obklopuje ho svetlé a tmavé pole. V základnom postavení os analyzátoru by malo pravé oko vidieť nepolarizované čierne medzikružie v strede testového poľa a vertikálnu dvojpólovú ručičku. Ľavé oko vidí časť stupnice v hornej a dolnej oblasti nepolarizujúceho svetlého poľa. Vyšetrovaná osoba je vyzvaná, aby fixovala guľatý centrálny terč a posúdila odchýlky ručičiek voči stupnici. Podľa toho, či je od centrálného podnetu (stredú testu) viacej odchýlená ručička, či stupnica možno usudzovať dominanciu pravého alebo ľavého oka. [15, 18]



Obr. 6 – Ručičkový test [18]

## Hákový test

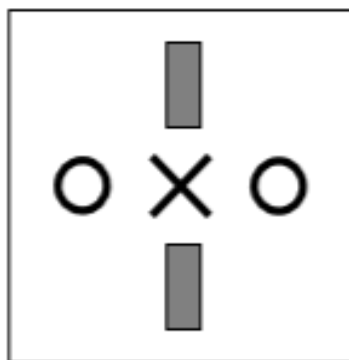
Tento test pozostáva z centrálného medzikružia a dvoch hákov, ktoré môžu byť orientované horizontálne alebo vertikálne. Pravé oko vidí pravý hák a ľavé oko ľavý hák. Centrálné medzikružie slúži ako fúzny podnet. Využíva sa na posúdenie anizeikonií, ale aj vertikálnych, či horizontálnych odchýlok u heteroforií. Počas vyšetrenia sa vyšetrovaná osoba zameriava na centrálné medzikružie a posudzuje, či sú obidva háky presne oproti sebe v koincidenčnom postavení. Ak sa jeden z hákov javí oproti druhému posunutý, stanovíme dominanciu pravého alebo ľavého oka. Pri posunutí pravého háku nahor alebo nadol (videného pravým okom), označíme toto oko za nedominantné. [15, 18]



Obr. 7 - Hákový test [11]

### Malletov test

Malletov test nám pomáha určiť správnu spoluprácu očných svalov. Ide o zistenie fixačnej disparity, avšak jej stupeň nemožno týmto testom určiť. Test je navrhnutý pre vyšetrenie na diaľku i blízko. Skladá sa z centrálneho fúzneho podnetu v podobe písmen „OXO“ videného oboma očami a dvoch prúžkov umiestnených nad a pod písmenom „X“, ktoré vidí každé oko zvlášť. Vyšetrovanému nasadíme polarizačné filtre a posudzuje polohu prúžkov vzhľadom na centrálny fúzny podnet. Počas vyšetrenia neustále fixuje centrálnu „X“. Ak sú polarizačné prúžky voči sebe posunuté možno určiť odchýlku fixačnej disparity a stanovenie vhodnej prizmatickej korekcie žiaducej na neutralizáciu fixačnej disparity. V niektorých prípadoch dekompenzovanej heteroforie môžeme využiť sférickú šošovku, pomocou ktorej príde k zarovnaniu prúžkov na teste. Dominantné oko bude v tomto prípade to, ktorým videný prúžok bude vykazovať menšiu odchýlku vzhľadom na centrálny fúzny podnet. [19, 20]



Obr. 8 - Malletov test [10]

### 3.1.3 Smerová očná dominancia

Pomocou tohto typu očnej dominancie zisťujeme smerovosť pri binokulárnom videní. Určujeme oko, ktoré preferujeme pri zameraní sa na konkrétny predmet a označujeme ho ako oko riadiace. Ide o uprednostňovanie jedného oka pred druhým v konkrétnych vizuálnych úlohách. Ak nie je možné pozorovať objekt oboma očami, napr. pri pohľade cez malý otvor, zameriame naňho práve smerovo dominantné oko. Zisťovanie smerovej očnej dominancie zahŕňa testy ako pohľad cez otvor, metóda hrany a palca, blízky bod konvergencie a ďalšie. [11, 13]

#### Manuskop

Smerovú očnú dominanciu môžeme pomerne jednoducho určiť napr. manuskopom, čo sa využíva najmä u detí. Ide o jednoduché zariadenie, ktoré si môžeme sami vyrobiť z papiera tak, že ho stočíme do kužela. Kužel bude na jednom konci široký približne ako tvár dieťaťa a na druhom konci bude priehľad o priemere asi 2 cm. Dieťa sa pozerá širšou stranou na obrázok, ktorý podržíme pred sebou asi vo výške nosa. Tým pádom, že dieťa nevidí celý obrázok, posúva si svoj priehľad do časti obrázku, ktorý má popísať. Vyšetrovaný zisťuje, ktorým okom sa dieťa pozerá. Keďže sa dieťa nemôže pozeráť oboma očami zameria svoj pohľad jedným okom, práve svojím dominantným. Táto skúška je zameraná na binokulárne videnie a zisťuje sa smerovosť oka. [8, 11, 13]

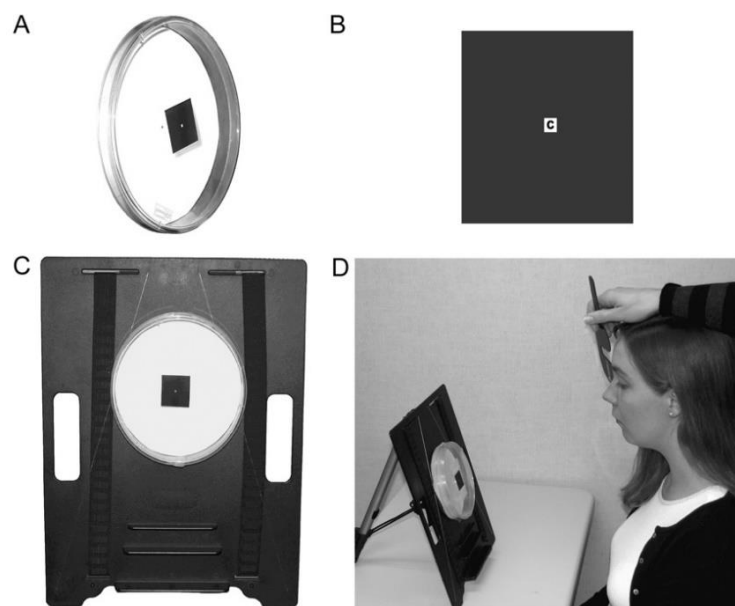


Obr. 9 - Skúška manuskopom [7]

## Dolmanova metóda

Pri tomto teste využívame obdĺžnikovú kartu s kruhovým otvorom v jej strede o priemere približne 3 cm. Vyšetrovaného poučíme, aby nechal obe oči otvorené, pričom drží vyšetrovaciu pomôcku oboma natiahnutými rukami. Pozerá sa na 6 m vzdialený cieľ cez otvor v strede karty. Vyšetrovanému môžeme premietat' malé, ale ľahko pre neho viditeľné písmeno. Vyšetrovaný následne striedavo zakrýva oči, aby zistil dominantné oko, teda to, pomocou ktorého sa pozerá na písmeno cez kruhový otvor. Pomocou dominantného oka vyšetrovaný stále vidí písmeno aj pri zakrytí oka nedominantného. [14, 21, 22]

Princíp tohto testu môžeme využiť aj na určenie dominantného oka do blízka (viď obr. 10). Ako pomôcku v tomto prípade využijeme kultivačnú misku a čierny štvorec s 1,5 mm otvorom, ktorý je pripevnený k prednej časti misky. Cez otvor vidíme písmeno pripevnené na zadnej bielej strane misky. Vzdialenosť medzi otvorom a pozorovaným písmenom je 25 mm. Na pripevnenie kultivačnej misky využijeme stojan na čítanie. Vyšetrovaný sedí priamo pred stojanom s pripravenou pomôckou tak, aby písmeno mal vo výške svojich očí. Pri vyšetrení je potrebné sa pozerat' oboma očami súčasne a nehýbat' pritom hlavou. Vyšetrujúci zakryje najprv ľavé oko a zaujíma ho, či vyšetrovaný stále vidí písmeno. To isté zopakuje aj na druhom oku. Oko, ktoré stále vidí písmeno je okom dominantným. Ak vyšetrovaný vidí písmeno s oboma očami nezaznamenávame ani jedno z očí ako dominantné. [22]



Obr. 10 - Vyšetrenie očnej dominancie do blízka pomocou Dolmanovej metódy [22]

## Metóda hrany a palca

Veľmi jednoduchá metóda, pri ktorej nepotrebujeme žiadne pomôcky. Vyšetrovaného požiadame, aby binokulárne fixoval hranu predmetu. Vo smere hrany predloží vztýčený palec tak, aby sa hrana a palec prekryvali. Striedavo zatvára pravé a ľavé oko. Pri tomto teste vyšetovaný posudzuje, kedy nastane väčší posun fixovaného predmetu vzhľadom k palcu. Obraz viacej uskočí pri zatvorení dominantného oka. [10, 23]

## Pohľad cez otvor

Vyzveme vyšetrovaného, aby pomocou rúk vytvoril otvor v tvare trojuholníka cez ktorý sa bude pozeráť (viď obr. 13). S natiahnutými rukami fixuje objekt pred sebou cez otvor vytvorený pomocou rúk (viď obr. 14). Ak si vyšetovaný nastaví ruky tak, že sa bude pozeráť ľavým okom cez otvor, toto oko označíme za dominantné. Podobne môžeme vyšetrovaného vyzvať, aby sa cez otvor v rukách pozrel napríklad na oko vyšetrujúceho. Opäť za dominantné oko označíme to, prostredníctvom ktorého sa vyšetovaný na nás pozerá otvorom. [11]



Obr. 11 - Otvor v tvare trojuholníka vytvorený pomocou rúk



Obr. 12 - Pohľad cez otvor dominantným okom

### Check-test

Alternatívnou metódou tohto testu je jednoduchá ručná pomôcka (podobná pravítku), ktorú nazývame Check-test. Na jednom konci je táto pomôcka rozšírená do štvorca, kde sa zvyčajne nachádza kruhový otvor. Obdobne ako pri predchádzajúcej metóde požiadame vyšetruvaného, aby fixoval objekt pred sebou cez kruhový otvor. Oko, ktorým sa pozerá je dominantné. [24]



Obr. 13 - Check-test

### Bližky bod konvergence

Na určenie dominantného oka môžeme využiť aj test na bližky bod konvergence. Použijeme hrot tužky, bodové svetlo alebo akomodačné pravítko a požiadame vyšetruvaného, aby fixoval tento predmet. Zo vzdialenosti 40 cm pomaly prisúvame fixačný bod k nosu pacienta. Pozorne si počas vyšetrenia všimame pohyb očí. Akonáhle sa porušila binokulárna fixácia a jedno z očí prestalo pozorovaný predmet sledovať, možno toto oko označiť za oko nedominantné. [22]



## 4 VYUŽITIE OČNEJ DOMINANCIE

Očná dominancia sa v praxi uplatňuje najmä pri korekcii presbyopie. Presbyopia je očná choroba, ktorá sa týka každého po dosiahnutí 40. roku života. Od tohto veku začínajú blízke objekty vyzerat' rozmazane. Vzniká vplyvom starnutia šošovky, kedy sa znižuje schopnosť akomodácie a problematické je aj zaostrit' na krátku vzdialenosť. Tým pádom sa zväčšuje pracovná vzdialenosť a pri dlhodobej práci na blízko sa začnú prejavovať astenopické problémy. Existuje niekoľko spôsobov korekcie presbyopie, kde medzi už štandardné metódy patrí používanie okuliarov na čítanie alebo zmena smeru pohľadu cez optické zóny na rôzne vzdialenosti, čo využívame pri použití bifokálnych a progresívnych okuliarových šošoviek. Ďalej využívame aj korekciu pomocou metódy monovision, čo zahŕňa použitie kontaktných šošoviek alebo laserových refrakčných operácií. Okrem už spomínaných spôsobov korekcie presbyopie sa stále populárnejšie stávajú multifokálne kontaktné šošovky. Tieto metódy môžu byť použité rôzne v závislosti na požiadavkách klienta a minimalizovaní nepriaznivých vizuálnych efektov. Značný význam má očná dominancia taktiež v športe, kde sa uplatňuje najmä pri streľbe, či dokonca golfe. [25, 26]

### 4.1 Monovision

Monovision je metóda uprednostňovaná predovšetkým mladými presbyopmi, ktorí požadujú dobré videnie do diaľky aj do blízka. Podstatou tejto metódy je, že dominantné oko je korigované do diaľky a druhé oko je korigované do blízka. Indikácie a kontraindikácie korekcie presbyopie pomocou metódy monovision sú uvedené v tabuľke 1. Pri testovaní očnej dominancie pre túto metódu je skôr než testovanie oka, s ktorým sa zameriavame na konkrétny predmet, dôležitejšie vedieť ako rozostrenie oboch očí ovplyvňuje binokulárne videnie. Je jednoduchšie potlačiť rozostrenie na nedominantnom oku ako na oku dominantnom. Na určenie dominantného oka sa používa niektorý z testov na smerovú dominanciu, napríklad pohľad cez otvor (viď kapitola 3.1.3 – Pohľad cez otvor). Oveľa dôležitejšie je však určenie sensoricky dominantného oka metódou optotypu a zahmlenia (viď kapitola 3.1.1 – Metóda optotypu a zahmlenia). U emetropa ostáva dominantné oko bez korekcie a druhé oko je myopizované do blízka. U hypermetropie (ďalekozrakosti) je dominantné oko korigované do diaľky a druhé prekorigované do blízka. Myop má vedúce oko

korigované do diaľky a druhé podkorigované do blízka. Myopizácia by nemala byť väčšia ako 1 – 2 D, pretože väčší rozdiel v lomivosti oboch očí už môže výrazne narušiť binokulárne videnie. Z tohto dôvodu sa metóda monovision neodporúča vykonávať po 50. roku života. V tomto veku sa adícia môže pohybovať nad 2 D, tým pádom pri tejto metóde môžu nastať binokulárne problémy, na ktoré si pacient musí zvyknúť. Monovision sa preto považuje za kompromis medzi zhoršením kvality videnia, no väčšej nezávislosti na korekčnej pomôcke. Túto metódu môžeme rozdeliť na konzervatívnu, pri ktorej používame ku korekcii kontaktné šošovky alebo okuliare a radikálnu s využitím metód refrakčnej chirurgie. [27, 28, 29]

### **Čiastočná metóda monovision**

Vo všeobecnosti prijatie a úspech metódy monovision klesá so zvyšujúcou sa adíciou. Pri adícii 2,5 D a pri nízkom osvetlení sa vizuálny výkon u klasickej metódy znižuje. Ak je adícia vyššia ako 2,0 D toleranciu metódy monovision môžeme zlepšiť tým, že adíciu na čítanie znížime. Z toho dôvodu bude pacient pravdepodobne potrebovať doplnkové okuliare na čítanie menších textov alebo šoférovanie. Tento druh metódy je vhodný pre užívateľov, ktorí majú nižšie nároky na videnie na blízku vzdialenosť a tých, ktorí potrebujú lepšie videnia na strednú vzdialenosť. [30, 31]

### **Rozšírená metóda monovision**

Táto metóda zahŕňa korekciu jedného oka pomocou bifokálnej alebo multifokálnej kontaktnej šošovky a druhého oka s jednoohniskovou šošovkou. Existuje niekoľko spôsobov korekcie, najčastejší je korekcia dominantného oka s jednoohniskovou šošovkou na diaľku (torickou alebo sférickou) a nedominantného s bifokálnou alebo multifokálnou šošovkou. Pri korekcii touto metódou sa zlepšuje binokulárne a priestorové videnie najmä u ľudí, ktorým s narastajúcou adíciou sa videnie rozmazáva. [30, 31]

### **Modifikovaná metóda monovision**

Ďalšou metódou monovision je technika, pri ktorej sa korigujú obe oči s multifokálnou kontaktnou šošovkou pri zachovaní pravidla, že jedno oko preferuje diaľku a druhé blízko. Pri tejto metóde sa na jednom oku zlepši videnia do diaľky, a súčasne sa zhorší videnie do blízka na tom istom oku. Tento stav dosiahneme znížením adície na dominantnom oku, tým pádom bude toto oko uprednostňované na

videnie do diaľky. Zároveň úpravou korekcie na diaľku na nedominantnom oku smerom do kladných hodnôt, uprednostní toto oko videnie na blízko. Môžeme využiť rôzne druhy multifokálnych kontaktných šošoviek, a to šošovky s rozdielnou hodnotou adície. Častejšie využívanou kombináciou je použitie kontaktnej šošovky s centrom do diaľky na jednom oku a s centrom do blízka na oku druhom. [30, 31]

Tab. 1 - Indikácie a kontraindikácie korekcie presbyopie pomocou metódy monovision [32]

<b>Indikácie</b>	<b>Kontraindikácie</b>
Súčasnú videnie na diaľku aj blízko.	Vysoká adícia.
Nedostatočná zraková ostrosť do diaľky/blízka s multifokálnymi kontaktnými šošovkami.	Vysoké požiadavky na priestorové videnie.
Vysoká ametropia.	Potrebné kvalitné videnia na stredné vzdialenosti.

## 4.2 Využitie očnej dominancie v refrakčnej chirurgii

Refrakčná chirurgia sa stala jedným z možných spôsobov korekcie presbyopie, kde ako možnosti riešenia využívame rohovkové operácie alebo vnútroočné šošovky. Cieľom refrakčnej chirurgie u pacientov v presbyopickom veku je obnovenie akomodácie a pacienta tak môžeme zbaviť korekčnej pomôcky. Na korekciu tejto poruchy môžeme zvážiť chirurgické alternatívy ako LASIK [33] alebo CK - konduktívnu keratoplastiku [33], ktoré riešia presbyopiu použitím metódy monovision. Pri týchto zákrokoch je u väčšiny pacientov dominantné oko korigované pre videnie do diaľky a nedominantné oko pre videnie do blízka. Niektorí pacienti si zvolia, aby ich dominantné oko bolo korigované na blízko. Aj v týchto prípadoch je však veľmi podobná adaptácia a úspešnosť refrakčných zákrokov ako pri korigovaní dominantného oka do diaľky. Úspešnosť týchto metód spočíva najmä v tom, že pred samotnou operáciou by pacienti mali vyskúšať metódu monovision za použitia kontaktných šošoviek. Aby sme sa uistili, že sa pacient dokáže na túto metódu adaptovať. [34, 35, 36]

Okrem už spomínaných rohovkových operácií sa na korekciu presbyopie využívajú aj vnútročné šošovky. Refrakčná výmena šošovky spočíva vo výmene pôvodnej ľudskej šošovky za umelú šošovku, ktorú lekár natrvalo naimplantuje do oka s využitím techniky hybridnej monovision. Pri tejto technike sa využívajú monofokálne vnútročné šošovky a multifokálne vnútročné šošovky. Taktiež sa využívajú aj znalosti očnej dominancie. Dominancia oka pri technike hybridnej monovision je zisťovaná technikou striedavého zakrývania pravého a ľavého oka pri sledovaní predmetu úzkym otvorom (viď kapitola 3.1.3 – Dolmanova metóda). Následne sa na dominantné oko implantuje monofokálna vnútročná šošovka a na druhé nedominantné oko multifokálna šošovka. Monofokálna šošovka zaisťuje vynikajúce videnie na diaľku, zatiaľ čo multifokálna šošovka umožňuje relatívne dobré videnia do blízka. Vzhľadom k tomu, že obe oči majú na diaľku rovnakú refrakciu, je minimalizované riziko subjektívnych problémov vyplývajúcich z anizometropie ako je tomu v prípade techniky monovision. Technika hybridnej monovision môže byť efektívnou metódou na obnovenie akomodácie v presbyopickom veku. [36, 37, 38]

### **4.3 Využitie očnej dominancie u multifokálnych kontaktných šošoviek**

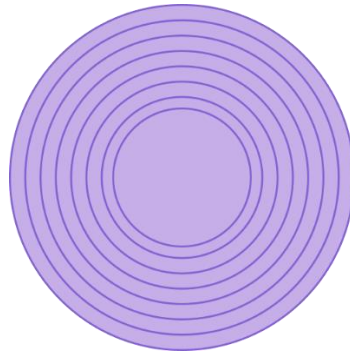
V dnešnej dobe sú požiadavky na videnie stále vyššie, no vďaka novému dizajnu multifokálnych kontaktných šošoviek to môžeme splniť. Ich výhodou oproti metóde monovision je zachovanie binokulárneho videnia, zlepšenie zrakovej ostrosti za šera a tmy, schopnosť poskytnúť plynulý prechod medzi diaľkou, strednou a blízkou vzdialenosťou. Veľa klientov v presbyopickom veku, najmä tých ktorí nie sú zvyknutí nosiť okuliare sa zaujímajú o kontaktné šošovky ako spôsob korekcie ich vady. [39, 40]

#### **4.3.1 Dizajn multifokálnych kontaktných šošoviek**

Existuje niekoľko druhov dizajnov viacohniskových kontaktných šošoviek, ktoré sú založené na rôznom princípe odpovedajúcejmu ich dizajnu. Rozlišujeme difrakčný, bi-koncentrický, multi-koncentrický, asférický a zonálny-asférický dizajn. [40]

## Difrakčný dizajn

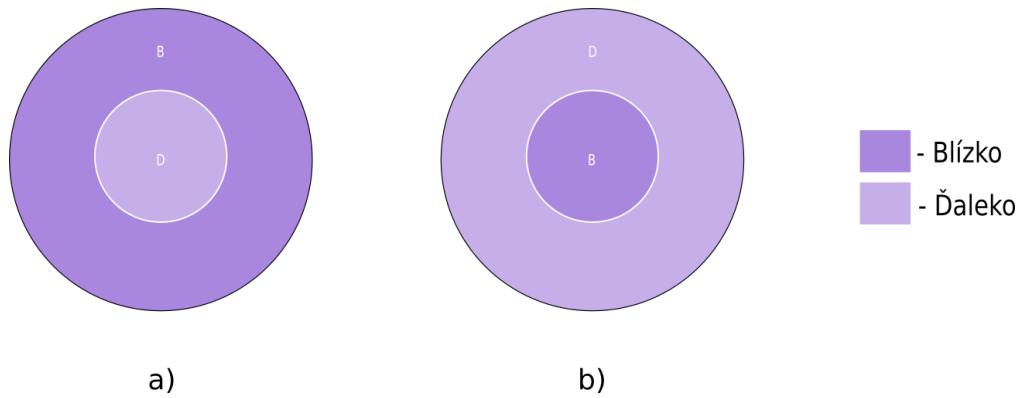
Difrakčné šošovky majú na zadnej strane vrypy, ktoré sú schopné rozdeliť dopadajúce svetlo do dvoch ohniskových bodov. Na sietnici sa vytvoria dva obrazy, ktoré sa navzájom prekrývajú a je znížená intenzita dopadajúceho svetla. Z tohto dôvodu dochádza k zníženiu kvality obrazu na sietnici a následne k nízkej zrakovej ostrosti. Tento typ kontaktných šošoviek sa už dnes nepoužíva. [40]



Obr. 14 - Difrakčný dizajn kontaktných šošoviek; upravené podľa [40]

## Bi-koncentrický dizajn

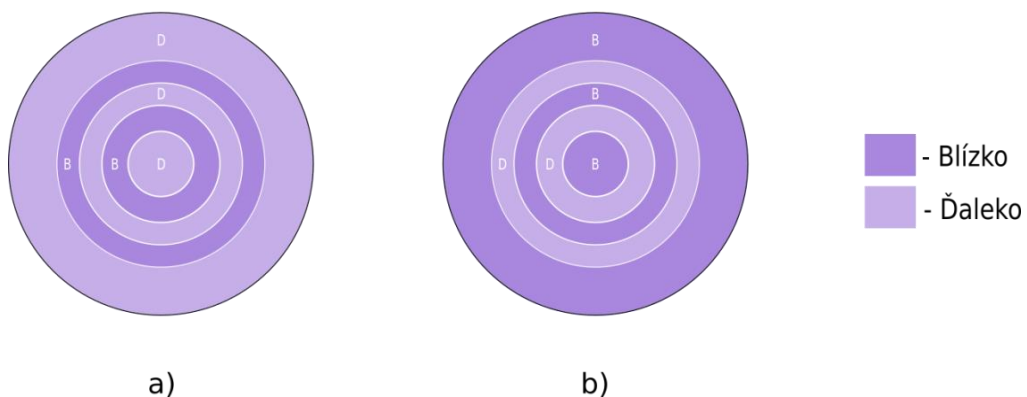
Kontaktné šošovky s bi-koncentrickým dizajnom sú zložené len z dvoch zón, a to pre videnie do diaľky a druhá zóna pre videnie do blízka. Ak má kontaktná šošovka dizajn pre videnie do diaľky v strede, tak zóna pre videnie do blízka sa nachádza na okraji kontaktnej šošovky, platí to aj v opačnom prípade (viď obr. 15). Kvalita videnia závisí na množstve svetla vstupujúceho do oka zo zón na blízko a na diaľku, a na veľkosti zrenice. Ak vyšší podiel svetla vstupuje do zrenice zo zóny na diaľku, potom ostrosť blízkych predmetov bude relatívne nízka. Z dôvodu starnutia oka sa zrenica znižuje. Výsledkom je vstupovanie menšej intenzity svetla do oka z blízkej zóny a dochádza k znižovaniu kvality videnia do blízka. Bi-koncentrický dizajn šošovky sa v dnešnej dobe používa oveľa menej, kvôli dostupnosti novších dizajnov, na ktoré sa vieme lepšie prispôsobiť. [40]



Obr. 15 - Bi-koncentrický dizajn kontaktných šošoviek, a) šošovka v strede so zónou do diaľky, b) šošovka v strede so zónou na blízko; upravené podľa [40]

### Multi-koncentrický dizajn

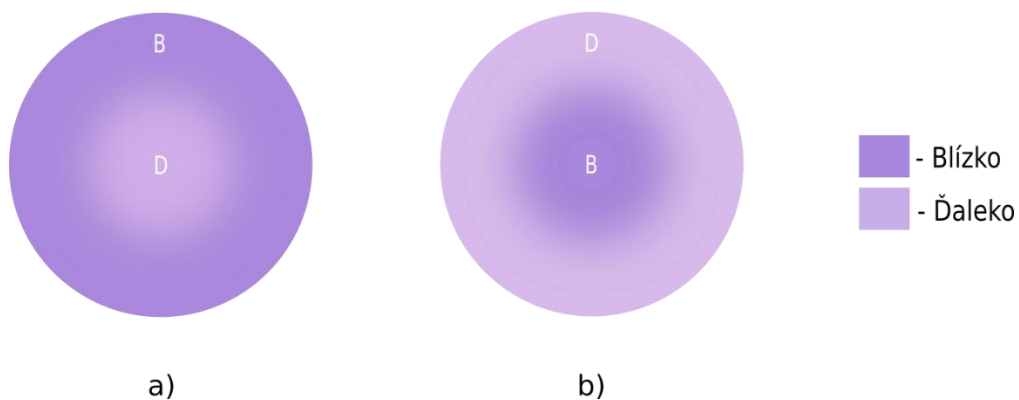
Je založený na princípe bi-koncentrického dizajnu s tým rozdielom, že dochádza k zvýšeniu počtu koncentrických zón. Z tohto dôvodu multi-koncentrický dizajn bude čo najmenej závislý na veľkosti zrenice pri rôznych svetelných podmienkach. Vznikli tak šošovky s centrom do diaľky alebo do blízka, kde sa strieda 5 zón na diaľku a blízko (viď obr. 16). Kvalita videnia na rôzne vzdialenosti je závislá na podiele svetla vstupujúceho do oka z jednotlivých zón. Tento dizajn uprednostňuje videnia do diaľky pri extrémne vysokých, či nízkych svetelných podmienkach. Používa sa pri modifikovanej metóde monovision, a to tak, že na dominantné oko naaplikujeme šošovku s centrom do diaľky a na druhom oku je šošovka s centrom do blízka. Zámerom tohto typu multifokálnych kontaktných šošoviek je poskytnúť kvalitné videnie na všetky vzdialenosti za binokulárnych podmienok. [40]



Obr. 16 – Multi-koncentrický dizajn kontaktných šošoviek, a) šošovka v strede so zónou do diaľky, b) šošovka v strede so zónou na blízko; upravené podľa [40]

## Asférický dizajn

U asférického typu kontaktnej šošovky sú dioptrické hodnoty rozmiestnené koncentricky v okolí strednej časti šošovky (viď obr. 17). Hodnota refrakcie sa postupne mení od geometrického stredu šošovky na perifériu optických zón. Kvôli asférickému dizajnu sú tieto multifokálne kontaktné šošovky závislé na veľkosti zrenice. To povedie k rozdielom v kontraste obrazu videného na diaľku a blízko, podobne ako u bi-koncentrického dizajnu. Rozdeľujeme ich na dva typy, a to na konštrukčný typ so stredovou zónou pre korekciu na diaľku alebo na blízko. U konštrukčného typu so stredovou zónou pre korekciu na diaľku je asférická krivka zvyčajne na zadnej strane povrchu. Dioptrické hodnoty sú rozmiestnené tak, že v strede sa nachádza najviac mínusová dioptrická hodnota. Smerom k periférii sa oblasť postupne mení na zóny pre videnie na blízko. Nevýhodou tohto typu je, že z vonkajšej zóny pri korekcii na blízko prechádza menej svetla, preto je tento typ vhodný pre začínajúcich presbyopov. Konštrukčný typ so stredovou zónou pre videnia na blízko má najsilnejšie plusové hodnoty umiestnené v strede. Tie sa postupne menia na menej plusové dioptrie. V periférii sa nachádza zóna pre videnie na diaľku a asférická krivka sa umiestňuje na prednú plochu šošovky. Pri tomto type kontaktnej šošovky nastáva problém so zužovaním zrenice pri práci na blízko, preto aj tento typ je vhodný najmä pre začínajúcich presbyopov s adíciou do 1,50 D. [40]



Obr. 17 - Asférický dizajn kontaktných šošoviek, a) šošovka v strede so zónou do diaľky, b) šošovka v strede so zónou na blízko; upravené podľa [40]

## Zonálny-asférický dizajn

Tento typ kontaktnej šošovky je navrhnutý tak, aby umožňoval videnie na všetky vzdialenosti. Kombinuje výhody asférického a multi-koncentrického dizajnu. Kontaktné šošovky tohto typu sú dostupné v troch rôznych adičných hodnotách (nízkej,

strednej a vysokej), čo odpovedá adícii od 0,75 D až do 2,50 D. Jednotlivé zóny sú prispôsobené tak, aby vyhovovali fyziologickým zmenám vo veľkosti zrenice, a taktiež zmene svetelných podmienok. [40]

### **4.3.2 Pravidlá aplikácie multifokálnych kontaktných šošoviek**

U všetkých typov multifokálnych kontaktných šošoviek je najskôr potrebné stanoviť správnu refrakciu a následne určiť dominanciu oka. Najefektívnejším spôsobom ako dosiahnuť úspešnej aplikácie multifokálnych kontaktných šošoviek je vyhodnotenie senzorickej očnej dominancie. K určeniu senzorickej dominancie môžeme využiť tzv. zahmlievaciu metódu. Princíp tohto testu je, že hľadáme oko, ktorému pri binokulárnom pohľade bude menej vadíť rozostrenie. (viď kapitola 3.2.1 – Metóda optotypu a zahmlenia). Medzi multifokálne šošovky, ktoré zohľadňujú dominantné oko patria Proclear multifocal alebo Biofinity multifocal od spoločnosti CooperVision, na ktorých sú nižšie zásady aplikácie popísané. [41]

#### **Proclear multifocal**

Multifokálne kontaktné šošovky Proclear zabezpečujú vynikajúce výsledky vo videní a komforte nosenia. Tento typ multifokálnej šošovky využíva technológiu Balanced Progressive (viď obr. 18), ktorá poskytuje dva rozdielne optické dizajny spájajúce sférickú a asférickú plochu a jedinečné veľkosti zón pre šošovku „D“ na dominantné oko a šošovku „N“ na nedominantné oko, čo výrazne prispieva k zlepšeniu ostrosti binokulárneho videnia pre všetky vzdialenosti – do blízka, na strednú vzdialenosť aj do diaľky. Vyrábajú sa použitím postupu s technológiu PC, ktorá prináša komfortnejší zážitok z nosenia šošoviek. PC technológia priťahuje vodu a udržuje kontaktné šošovky hydratované po celý deň, čo využijú najmä klienti s problémami so suchým okom. [42]

#### **Biofinity multifocal**

Vďaka technológii Aquaform multifokálne šošovky Biofinity prepúšťajú dostatok kyslíka pre oči, sú pohodlné a nestrácajú zvlhnutie. Rovnako taktiež využívajú technológiu Balanced Progressive, ktorá zaisťuje komfortné videnie na blízke i vzdialené objekty a súčasne aj všetky objekty medzi nimi. [43]





Obr. 18 - Technológia Balanced Progressive popisujúca dva rozdielne optické dizajny, a) šošovka s centrálnou zónou pre vidie do diaľky, b) šošovka s centrálnou zónou pre vidie do blízka [44]

#### 4.4 Očná dominancia a šport

Pri športe ako je strelba alebo lukostrelba sa považuje za dôležité určiť dominantné oko. Zistilo sa, že očná dominancia má vplyv na pochopenie správneho zachádzania so strelnou zbraňou. Ľudia, ktorí strieľajú pravou rukou a majú dominantné ľavé oko, alebo tí, ktorí strieľajú ľavou rukou a majú dominantné pravé oko nie sú schopní sa tak jednoducho naučiť správnej streleckej technike ako jedinci s rovnakou dominanciou oka a ruky. Strelecké okuliare pozostávajú z krytky umiestnenej pred nedominantným okom a irisovej clony, ktorá je pred okom dominantným (vid' obr. 19). Irisová clona je nastaviteľná podľa potreby a aktuálnych podmienok, akými sú intenzita svetla, či vzdialenosť, na ktorú sa strieľa. Taktiež obsahujú nástavec na korekčnú šošovku, ktorý môže byť posuvný a otočný, aby si strelec správne nastavil najlepší obraz. [45, 46, 47]



Obr. 19 - Strelecké okuliare s irisovou clonou [48]

Okrem streľby očnú dominanciu môžeme uplatniť aj pri golfe. Pre hráča golfu je okrem očnej dominancie veľmi dôležité priestorové videnie, farebné videnie, či citlivosť na kontrast. Očná dominancia je v tomto prípade dôležitá, keď hráči zameriavajú golfovú loptičku na jamku alebo pri zarovnávaní golfovej palice s loptičkou. Taktiež môže u hráčov golfu ovplyvniť taktiku zameriavania a fixačnej stability počas švihy, a pri kontakte s loptou. Ak sú schopní udržať stabilnú fixáciu očí je vysoko pravdepodobné, že budú schopní udržať stálu pozíciu hlavy a tela, čo by malo pomôcť zlepšiť dôslednosť ich švihy. Mať jedno z očí dominantné sa preto považuje za úspech vo svete golfu, pretože môže významne zlepšiť výkonnosť v presnosti a fixačnej stabilite. [49]

# ZÁVER

V mojej bakalárskej práci popisujem problematiku stranovej preferencie a očnej dominancie. Očná dominancia má svoj význam v praxi najmä pri použití metódy monovision, aplikácii multifokálnych kontaktných šošoviek, no dokonca svoje uplatnenie nájde aj v športe. Pre lekárov je dôležité očnú dominanciu stanoviť pred laserovým zákrokom, či implantovaním vnútroočných šošoviek pri riešení problémov pacientov v presbyopickom veku.

Prvá kapitola tejto práce popisuje mozog, no najmä vývoj mozgovej nesúmernosti a prenos informácií medzi hemisférami. Mozog je najkomplikovanejší systém na prenos informácií zložený z pravej a ľavej hemisféry, ktoré po funkčnej rovnako ako po anatomickej stránke nie sú rovnocenné. Keďže mozog riadi všetky informácie v tele, poskytuje nám táto kapitola základ pre pochopenie následne popisovanej lateralite, teda stranovej preferencie. Druhá kapitola sa venuje lateralite, čiže prednostnému užívaniu jedného z párových orgánov. Lateralitu považujeme za fyziologický jav a rozdeľuje sa podľa viacerých kritérií. Poukazuje buď na nesúmernosť ľudského tela, vtedy hovoríme o lateralite tvarovej. Ak sa týka činnosti párových orgánov, v takomto prípade ide o lateralitu funkčnú. Ďalej je popísané vyšetrenie lateralite, čo predstavuje zložitý proces a ide o hodnotenie rôznych činností človeka v spoločenskom živote. Tretia kapitola sa zaoberá očnou dominanciou a jej rozdelením. Je rozdelená do troch hlavných kategórií a to na senzoricú, okulomotorickú a smerovú. Jednotlivé typy očnej dominancie sú bližšie popísané a sú stanovené ich vyšetrovacie metódy. Posledná štvrtá kapitola pojednáva o využití očnej dominancie v praxi, a to najmä pri korekcii presbyopie. Využívame korekciu pomocou metódy monovision, čo zahŕňa použitie kontaktných šošoviek alebo laserových refrakčných operácií. Okrem týchto spôsobov korekcie presbyopie je v práci popísané aj využitie očnej dominancie u multifokálnych kontaktných šošoviek, či dokonca využitie očnej dominancie pri športe.

Táto práca by mala priniesť ucelený prehľad o stranovej preferencii a očnej dominancii určený pre široký okruh čitateľov, ktorí majú záujem sa dozvedieť viacej informácií o uprednostňovaní jedného z párových orgánov. No najmä môže byť užitočná pre optometristov pri stanovení očnej dominancie a následné využitie týchto poznatkov v praxi.

# ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] DOKLÁDAL, M., PÁČ, L., *Anatomie člověka III.: systém kožní, smyslový a nervový*. 2. nezm. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2002. ISBN 80-210-3027-5.
- [2] KOUKOLÍK, F. *Lidský mozek: funkční systémy: norma a poruchy*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-379-X.
- [3] SYNEK, F. *Záhady levorukosti: Asymetrie u člověka*. Praha: Horizont, 1991. ISBN 80-7012-054-1.
- [4] UŠÁKOVÁ, K. *Biologie pre gymnáziá 6*. 3. vyd. Bratislava: Expol Pedagogika, 2010. ISBN 978-80-8091-217-8.
- [5] DRNKOVÁ, Z., SYLLABOVÁ, R. *Záhada leváctví a praváctví*. 2. dopl. vyd. Praha: Avicenum, 1991. ISBN 80-201-0113-6.
- [6] HEALEY, Jane M. *Leváci a jejich výchova*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-701-9.
- [7] SOVÁK, M. *Výchovné problémy leváctví*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1960. Na pomoc učitelí.
- [8] KŘIŠŤANOVÁ, L. *Diagnostika lateralit a metodika psaní levou rukou*. 4. upr. vyd. Hradec Králové: Gaudeamus, 1998. ISBN 80-7041-914-8.
- [9] ZELINKOVÁ, O. *Poruchy učení*. 5. vyd. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-481-8.
- [10] PLUHÁČEK, F. *Normální binokulární vidění – výukové materiály k predmetu Korekce zraku II*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2009.
- [11] STEINMAN, Scott B., STEINMAN, Barbara A., GARZIA, Ralph P. *Foundations of binocular vision: a clinical perspective*. New York: McGraw-Hill, 2000. ISBN 0-07-08385-2670-5.
- [12] SEIJAS, O., GÓMEZ, de Liaño P., GÓMEZ, de LiañoR., ROBERTS, Clare J., PEDRAHITA, E., DIAZ, E. *Ocular Dominance Diagnosis and Its Influence in Monovision*. American journal of ophthalmology, Vol. 144, 2007, No. 2, pp. 209 – 216, ISSN 1879-1891.

- [13] HO, R., THOMPSON, B., BABU, Rajju J., DALTON, K. *Sighting ocular dominance magnitude varies with test distance*. Clinical and experimental optometry, Vol. 101, 2018, No. 2, pp. 276 – 280, ISSN 1444-0938.
- [14] POINTER, Jonathan S. *Sighting versus sensory ocular dominance*. Journal of Optometry, Vol. 5, 2012, No. 2, pp. 52 – 55, ISSN 1888-4296.
- [15] RUTRLE, M. *Přístrojová optika: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometry a oftalmology*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-301-5.
- [16] IPRO PASKAL 3D. *IPRO PASKAL 3D*. [online]. [cit. 2018-11-10]. Dostupné z: <https://www.paskal3d.com/cz/vedeni/prehled/>.
- [17] VYMYSLICKÝ, I. *Moderní 3D korekce zraku*. Česká oční optika, roč. 56, 2015, č. 1, str. 30 – 32, ISSN 1211-233-X.
- [18] RUTRLE, M. *Binokulární korekce na polatestu*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 80-7013-302-3.
- [19] ELLIOTT, David B. *Clinical procedures in primary eye care*. 3rd edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8896-3.
- [20] EVANS, Bruce J. *Pickwell's binocular vision anomalies*. 5th edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8897-0.
- [21] BRENADAN, B. Importance and relevance of eye dominance, Part. 1. *Optometry Today*. [online]. © 2016 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://www.aop.org.uk/ot/CET/2016/06/20/the-importance-and-relevance-of-eye-dominance-part-1/article>.
- [22] RICE, Melissa L., LESKE, David A., SMESTAD, Christina E., HOLMES, Jonathan M. *Results of ocular dominance testing depend on assessment method*. Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, Vol. 12, 2008, No. 4, pp. 365 – 369, ISSN 1091-8531.
- [23] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. 3. přeprac. vydání. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.

- [24] BENEŠ, P. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [25] ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [26] WOLFFSOHN, James S., DAVIES, Leona N. *Presbyopia: Effectiveness of correction strategies*. Progress in retinal and eye research, Vol. 68, 2019, pp. 124 – 143, ISSN 1350-9462.
- [27] ANTON, M. *Monovision - metoda korekce presbyopie*. Česká oční optika, roč. 49, 2008, č. 3, str. 22 – 23. ISSN 1211-233X.
- [28] JOHANNSDOTTIR, Kamilla R., STELMACH, Lew B. *Monovision: a Review of the Scientific Literature*. Optometry and vision science, Vol. 78, 2001, No. 9, pp. 646 – 651, ISSN 1040-5488.
- [29] ROBBOY, W., COX, Ian G., ERICKSON, P. *Effect of sighting and sensory dominance on monovision high and low contrast visual acuity*. The CLAO journal: official publication of the Contact Lens Association of Ophthalmologists, Vol. 16, 1990, No. 4, pp. 299 – 301, ISSN 1538-0181.
- [30] PALLIKARIS, I., PLAINIS, S., CHARMAN, Neil W. *Presbyopia: origins, effects, and treatment*. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2012. ISBN 978-1-61711-026-9.
- [31] FRANKLIN, A., FRANKLIN, N. *Soft Lens Fitting*. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8856-7.
- [32] MÜLLER-TREIBER, A. *Kontaklinsen Know-how*. Heidelberg: DOZ Verlag Optische Fachveröffentlichung, 2010. ISBN 978-3-922269-92-2.
- [33] KUCHYNKA, P. *Oční lékařství*. 2. přepr. a dopl. vyd. Praha: GRADA Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [34] TORRICELLI, André A. M., JUNIOR, Jackson, B., SANTHIAGO, Marcony R., BECHARA, Samir J. *Surgical management of presbyopia*. Clinical Ophthalmology, 2012, pp. 1459 – 1466, ISSN 1177-5483.
- [35] BRAUN, Erich H. P., LEE, J., STEINERT, Roger F. *Monovision in LASIK*. Ophthalmology, Vol. 115, 2008, No. 7, pp. 1196 – 1202, ISSN 0161-6420.

- [36] WACHLER, Brian S. Boxer. Presbyopia Surgery. *All about vision*. [online]. © 2018 [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: [https://www.allaboutvision.com/visionsurgery/presbyopia\\_surgery.htm](https://www.allaboutvision.com/visionsurgery/presbyopia_surgery.htm).
- [37] YOSHIHIKO, I., KIMIYA, S., MISAE, I. *Pseudophakic monovision using monofocal and multifocal intraocular lenses: Hybrid monovision*. *Journal of cataract and refractive surgery*, Vol. 37, 2011, No. 11, pp. 2001 – 2005, ISSN 1873-4502.
- [38] STUDENÝ, P., KACEROVSKÝ, M., KACEROVSKÁ, J., GAJAROVÁ, N., STRAŇÁK, Z. *Hybrid monovision*. *Česká a slovenská oftalmologie*, Vol. 73, 2017, No. 1, pp. 13 – 16, ISSN 1805-4447.
- [39] MAY, Kristopher A. 5 reasons to upgrade patients from monovision to multifocals. *Optometry times*. [online]. © 2017 [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: <https://www.optometrytimes.com/modern-medicine-news/5-reasons-upgrade-patients-monovision-multifocals>.
- [40] EFRON, N. *Contact lenses practise*. 2nd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.
- [41] POTTER, R., PAL, S., STIEGEMEIER, Mary J. *Avoiding the Soft Multifocal Failure*. *Contact lens spectrum*, Vol. 31, 2016, pp. 22 – 25, ISSN 2374-9202.
- [42] COOPERVISION. *COOPERVISION: Proclear Multifocal*. [online]. © 2019 [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: <https://coopervision.com/contact-lenses/proclear-multifocal>.
- [43] COOPERVISION. *COOPERVISION: Biofinity Multifocal*. [online]. © 2019 [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: <https://coopervision.com/contact-lenses/biofinity-multifocal>.
- [44] COOPERVISION. *COOPERVISION: Technológia balanced progressive* [online]. © 2019 [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: <https://coopervision.sk/ocny-specialista/nase-produkty/technologie-produktu/balanced-progressive-technology>.
- [45] BRENDAN, B. Importance and relevance of eye dominance, Part 2. *Optometry Today* [online]. © 2016 [cit. 2019-02-18]. Dostupné z: <https://www.aop.org.uk/ot/CET/2016/07/18/the-importance-and-relevance-of-eye-dominance-part-2/article>.

- [46] JONES, L. F., CLASSE, John G., HESTER, M., HARRIS, K. *Association between eye dominance and training for rifle marksmanship: a pilot study*. Journal of the American Optometric Association, Vol. 67, 1996, No. 2, pp. 73 – 76, ISSN 0003-0244.
- [47] LORAN, Donald F. C., MACEWEN, Caroline J. *Sports vision*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997. ISBN 0-7506-3616-5.
- [48] DIOPTRA. *DIOPTRA: Irisová clona - IRC-39 – D 519A*. [online]. © 2019 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <https://www.dioptra.cz/irisova-clona-irc-39-d-519a?currency=EUR>.
- [49] DALTON, K., GUILLON, M., NAROO, Shehzad A. *Ocular dominance and handedness in golf putting*. Optometry and vision science, Vol. 92, 2015, No. 10, pp. 968 – 975, ISSN 1040-5488.