

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

MONOVISION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VYPRACOVALA:

Hana Řeháková

obor 5345R008 OPTOMETRIE

studijní rok 2019/2020

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Lenka Musilová, Dis., Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Musilové Dis., Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne: 21. 5. 2020

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Lence Musilové Dis., Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky a čas strávený nad danou problematikou.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektů IGA PřF UP v Olomouci s názvem „Optometrie a její aplikace“, č. IGA_PrF_2019_005 a IGA_PrF_2020_008.

Obsah

Úvod	5
1 Refrakční vady	6
2 Akomodace	9
3 Presbyopie.....	11
3.1 Vznik presbyopie a její symptomy.....	11
3.2 Stanovení subjektivní refrakce do blízka.....	12
4 Monovision.....	15
4.1 Anizotropie a oční dominance.....	16
4.1.1 Anizotropie	16
4.1.2 Oční dominance.....	17
4.2 Výběr vhodného kandidáta pro monovision.....	20
4.2.1 Indikace a kontraindikace	20
4.2.2 Vyšetření před aplikací monovision	22
4.2.3 Adaptace na monovision.....	23
4.3 Vliv monovision na zrakové funkce.....	24
4.4 Druhy monovision	25
4.4.1 Skromná monovision	27
4.4.2 Modifikovaná monovision	29
4.4.3 Zkřížená monovision.....	29
4.4.4 Částečná monovision.....	30
4.5 Způsoby korekčního řešení monovision.....	30
4.5.1 Korekce kontaktními čočkami	31
4.5.2 Refrakční chirurgie.....	32
4.5.3 Kataraktová chirurgie – pseudofakická monovision	35
4.6 Výhody a nevýhody monovision oproti jiným metodám	37
Závěr	40
Seznam literatury.....	41

Úvod

Během života prochází náš zrak neustálým vývojem, stejně jako struktury oka, které vlivem stáří ztrácejí svoji funkčnost. Po 40. roce života dochází ke snížení akomodační schopnosti, díky čemuž dochází ke zhoršení zraku na blízkou vzdálenost. V této situaci mluvíme o tzv. presbyopii, jenž je fyziologickým stavem související se stárnutím. Přestože se manifestace presbyopických změn a subjektivní projev problémů do blízké vzdálenosti objevují u každého individuálně, je presbyopie jevem, který dříve nebo později postihne nás všechny. Z toho důvodu je velmi důležitá její korekce, na jejichž možnosti se klade velký důraz. Mezi jednu z mnoha možností korekce presbyopie patří i metoda monovision, která je tématem této bakalářské práce.

Cílem práce je podat ucelenou rešerši o problematice korekční metody monovision, vyzdvihnout její výhody a poukázat na komplikace, které jsou s ní spojené. V úvodních kapitolách bude krátce shrnut přehled refrakčních vad, bude zde popsána akomodace a její mechanismus a problematika presbyopie, jenž je hlavním důvodem existence monovision. Stěžejní část práce se bude zabývat samotnou korekční metodou monovision. Čtenář se seznámí s definicí monovision a s principem jejího mechanismu. V práci bude uveden popis oční dominance a anizometropie a jejich význam a vliv při užití monovision, dále budou uvedeny indikace a kontraindikace této korekční metody a adaptace na ni. Následně bude definován vhodný kandidát na monovision, její vlivy a negativní efekty na zrakové funkce. Čtenář bude obeznámen s druhy monovision, s možnostmi její realizace kontaktními čočkami, refrakční i kataraktovou chirurgií a s výhodami i nevýhodami monovision oproti jiným metodám korekce presbyopie.

1 Refrakční vady

Emetropie je označení stavu oka bez refrakční vady, tedy dokonale vyváženého optického systému oka. Rovnoběžné paprsky vstupující do neakomodovaného emetropického oka vytváří ohnisko přesně na sítnici, což je dáno správným poměrem mezi optickou mohutností a délkou oka. Jedná se o oko bez refrakční vady. [1, 2]

Naopak ametropie označuje stav, kdy optická mohutnost oka neodpovídá dané délce oka. Rovnoběžné paprsky vstupující do ametropického neakomodovaného oka tvoří ohnisko mimo sítnici nebo nevzniká jednoduché ohnisko. Ametropické oko má některou z refrakčních vad – hypermetropie, myopie nebo astigmatismus. Tento stav odchylky od dokonalosti optického systému, je mnohem častější než naprosto dokonalý stav při emetropii. [1, 3]

Hypermetropie

Hypermetropie neboli dalekozrakost je refrakční vada, u níž rovnoběžné paprsky vstupující do neakomodovaného oka tvoří ohnisko za sítnicí a vzdálený bod je v konečné vzdálenosti za okem. Hypermetropické oko vytváří na sítnici menší obraz než oko emetropické, díky blíže umístěnému uzlovému bodu vůči sítnici. Paprsky ze sítnice vycházejí z oka jako divergentní, z čehož vyplývá, že dalekozraké oko není schopno vidět na dálku ani do blízka bez dodatečné konvergentní optické síly, kterou může představovat buď vlastní akomodace, nebo plusová korekce. [1, 2]

Hypermetropii korigujeme nejsilnější spojnou čočkou, v momentě snížené zrakové ostrosti nebo astenopických potíží. Při vyšetřování musíme provádět výměnný trik, abychom uvolnili akomodaci, jenž u hypermetropie způsobuje částečnou kompenzaci vady. Dále o akomodaci hypermetropů a vzniku presbyopie v kap. 2 a 3.1. [4]

Myopie

Myopie neboli krátkozrakost je refrakční vada, u níž rovnoběžné paprsky vstupující do neakomodovaného oka tvoří ohnisko před sítnicí a vzdálený bod je v konečné vzdálenosti před okem. Uzlový bod myopického oka je umístěn ve větší vzdálenosti od sítnice, než je tomu u emetropického oka. Myopické oko tedy vytváří větší sítnicový obraz. Divergentní paprsky mohou vytvořit ohnisko na sítnici, proto vidí myop ostře pouze do vzdálenosti dalekého bodu, který je u krátkozrakosti blízko před okem. [1, 2, 5]

Myop vidí rozmazaně do dálky, což často kompenzuje tzv. mhouřením očí. Korigujeme nejslabší rozptylnou čočkou, kterou je dosaženo ostrého vidění. Nikdy nesmíme myopa překorigovat, jelikož bychom navodili akomodaci, na kterou myopové nejsou zvyklí. Dále o akomodaci myopů a vzniku presbyopie v kap. 2 a 3.1. [1, 4]

Astigmatismus

Astigmatismus je asférická refrakční vada, při které má oko v různých meridiánech různou optickou mohutnost a rovnoběžné paprsky jdoucí do oka se protínají ve dvou fokálních liniích. [2]

U většiny populace se vyskytuje rohovkový astigmatismus do 0,25 D (dioptrie). Větší stupně astigmatismu jsou nejčastěji vrozené, ale mohou vznikat i jako důsledek rohovkových onemocnění, zánětů nebo traumat. Dále se může vyskytovat astigmatismus z decentrace u subluxace čočky, nebo indexový, který vzniká při kalení čočky. [3]

Fokální linie, do kterých se promítají rovnoběžné paprsky jdoucí do astigmatického oka, se korekcí snažíme přiblížit do jednoho bodu na sítnici. K subjektivnímu vyšetření astigmatismu se používají JZC (Jacksonovy zkřížené cylindry). Lze jej korigovat cylindrickými nebo torickými čočkami, případně aplikací tvrdých kontaktních čoček u nepravidelného špatně korigovatelného astigmatismu. [3, 5]

Fyziologické změny refrakce

Refrakce oka není konstantní hodnotou a v průběhu života dochází k jejím pomalým fyziologickým změnám. První velké změny v refrakci zaznamenáváme už v prvních letech života. Lomivost oka u novorozenců je zhruba dvojnásobná než u dospělého člověka, což kompenzuje krátká délka oka, přesto se většina dětí rodí s hypermetropií okolo +3 D. Během života se lomivost čočky a rohovky zmenšuje a dochází k růstu oka. Oko roste od narození asi do 15. let života, a to ve dvou fázích. První je tzv. infantilní fáze, která trvá do 3. let, a dochází v ní k růstu oka přibližně o 5 mm, což by navodilo myopii okolo -15 D, kdyby současně nedocházelo ke změně lomivosti rohovky a čočky. Druhá tzv. juvenilní fáze probíhá do 15. let, a dochází u ní k velmi pomalému růstu oka. Ve výsledku vyroste oko v této fázi asi jen o 1 mm, což odpovídá myopizaci 3 D. Celý tento proces by měl vést v ideálním případě k emetropizaci oka. [1]

V průběhu celého života pozorujeme celkem dvě fáze hypermetropické (v předškolním a středním věku), dvě fáze myopické (ve školním věku a ve stáří) a stabilní období od 20. do 50. roku života. [1]

2 Akomodace

Akomodace je schopnost oka zaostřovat, tedy vidět na různé vzdálenosti, díky změně své lomivosti, která je dána převážně změnou zakřivení lomivých ploch čočky. Na správné akomodační schopnosti je závislé zejména vidění do blízka. Akomodace je automatický reflex, který se vyvíjí už od narození, a lze jej ovládat i vůlí. Doba, za kterou je oko schopno přeostrit na blízkou vzdálenost je asi 1 sekunda. [1, 3]

Akomodace je doprovázená konvergencí a miózou. Konvergence, tedy sbíhavost očí, umožňuje zobrazit pozorovaný předmět ve žluté skvrně i při pohledu do blízka. Mióza, tedy zúžení zornic, zlepšuje podmínky pro vytvoření ostrého sítnicového obrazu. [1, 2]

Mechanismus akomodace

Na schopnosti akomodace se největší měrou podílí oční čočka, dále pak její závěsný aparát, ciliární sval a sklivec. Účinnost akomodace je zajišťována elasticitou čočky, což označujeme za fyzikální akomodaci a měříme ji v dioptriích. Dále je zajišťovaná činností ciliárního svalu, což označujeme za akomodaci fyziologickou, měřenou v myodiotriích, přičemž 1 myodiotrie představuje kontrakci ciliárního svalu potřebnou ke zvýšení refrakčního stavu čočky o 1 D. [1]

Akomodace začíná neostrým obrazem, který podráždí čípky na sítnici. Podráždění je přenášeno do středního mozku, odkud je motorický podnět veden k ciliárnímu svalu. Tím dochází ke kontrakci ciliárních vláken ciliárního svalu, tedy tzv. Müllerova svalu, která způsobí zúžení prstence ciliárního svalu a dojde k uvolnění napětí závěsného aparátu čočky. Díky tomu elastické pouzdro čočky vytváří tlak na plastickou čočkovou substanci, která se s pomocí působení sklivce vyklene a změní tak svůj tvar z lentikulárního na více sférický. Čočka se posune směrem k rohovce, změní svou optickou mohutnost, poloměr zakřivení přední plochy klesá a předozadní průměr čočky se zvětšuje. [1, 2]

Při akomodaci dochází v čočce ke dvěma pochodům. První je vnější – extrakapsulární akomodace, kdy na základě změny poloměrů optických ploch čočky dochází ke zvýšení optické mohutnosti čočky. Tento mechanismus představuje asi 2/3 celkové akomodace. Druhá je vnitřní – intrakapsulární akomodace, která popisuje změnu uskupení vnitřních hmot čočky, a je jí připisována zbylá 1/3 akomodačního úsilí. [6]

Akomodační oblast a akomodační šíře

Akomodační oblast je rozmezí dvou bodů (dalekého a blízkého bodu), ve které je oko schopno vidět ostře. Daleký bod (punctum remotum) je nejbližší bod, ve kterém ještě dokáže relaxované oko vidět ostře. Blízký bod (punctum proximum) je nejblíže bod, který oko s maximální akomodací vidí ostře. Akomodační oblast tedy určuje využitelnost akomodace. [1, 3]

Akomodační šíře, nebo také amplituda akomodace (AA), se vyjadřuje v dioptriích, a představuje maximální množství akomodace, které může daný jedinec uplatnit. Je dána rozdílem klidové a maximální akomodace, tedy rozdílem převrácených hodnot dalekého (a_R) a blízkého bodu (a_P). U emetropie, nebo se správnou korekcí do dálky, se přímo rovná převrácené hodnotě blízkého bodu v metrech. [3, 7]

$$AA = \frac{1}{a_R} - \frac{1}{a_P} \quad [6]$$

Akomodační šíře je závislá na věku. Zhruba od pěti let amplituda akomodace plynule klesá, ve 12 letech odpovídá asi 14 D (blízký bod 7 cm), ve 45 letech asi 4 D (blízký bod 25 cm) a v 60 letech už jen 1 D (blízký bod 1 m). Dále je závislá na refrakci, nízkou amplitudu akomodace zaznamenáváme u myopie nebo vysoké hypermetropie, naopak u nízké hypermetropie nebo emetropie je vysoká. [2]

3 Presbyopie

Presbyopie, někdy označovaná jako vetchozrakost, je fyziologický, na věku závislý stav, při němž se zhoršuje vidění na blízkou vzdálenost. Vlivem stárnutí dochází k fyziologické ireverzibilní redukci akomodační šíře, a k posunu blízkého bodu dál od oka, což způsobuje astenopické potíže při práci do blízka. Presbyop je definován jako osoba starší 38 let, která má snížený vízus na svoji obvyklou pracovní vzdálenost. Presbyopii korigujeme přidáním spojných korekčních čoček ke stávající korekci na dálku, tzv. adicí. [1, 2]

3.1 Vznik presbyopie a její symptomy

Presbyopii chápeme jako fyziologickou poruchu akomodace podmíněnou věkem. Důležitou roli ve vzniku presbyopie hraje čočka, která vlivem stárnutí ztrácí svoji elasticitu a plasticitu. Dochází k její sklerotizaci, která se značí ztvrdnutím, zežloutnutím a úbytkem vody v čočce. Čočka během života neustále roste, což vede ke snížení účinnosti pouzdra čočky. Zvětšený objem a snížená elasticita pouzdra přispívají k poklesu akomodace až o 55 %. [1, 2]

Další faktor přispívající ke vzniku presbyopie je věkem podmíněná změna závěsného aparátu čočky. Na snížení akomodační šíře se podílí zmenšený počet zonulárních vláken a jejich celkový snížený účinek, k čemuž opět přispívá růst čočky, díky němuž není tah závěsu kolmý, ale tangenciální. Změna nastává i v ciliárním svalu, který musí vyvíjet větší úsilí při pohybu dopředu a dovnitř, a to hlavně díky snížené elasticitě cévnatky, která působí proti tomuto pohybu. [1]

První projevy presbyopie se začínají objevovat okolo čtyřicátého roku života, v momentě, kdy je rezerva akomodace menší, než je polovina potřebné akomodační šíře. Nejprve se začínají projevovat u hypermetropů, což je dáno jejich zvýšeným akomodačním úsilím na dálku, které vede k rychlejšímu snížení akomodační šíře. Naopak u myopie se věkem zrak zdánlivě lepší a do blízka mnozí svoji korekci do dálky odkládají. Myopové svoji akomodaci využívají minimálně, proto dochází ke snížení jejich akomodační šíře později. [3, 5]

První z příznaků presbyopie jsou tzv. krátké ruce. Jedná se o prodlužující čtecí vzdálenost z důvodu neostrého obrazu, který lze překonat jen s maximální akomodací a je provázen astenopickými obtížemi. Z tohoto důvodu si začínající presbyopové pomáhají oddálením textu. Další z příznaků je zhoršení vízu při nedostatečném osvětlení. Intenzivní

Vyšetřovací vzdálenost, tedy vzdálenost optotypu, si pacient určuje sám podle své potřeby a pohodlnosti, a to s ohledem na nejčastěji využívanou pracovní vzdálenost. Tato vzdálenost může být pro každého člověka zcela individuální, v každém případě se ale musí nacházet v rozmezí mezi blízkým a dalekým bodem, a to nejlépe ve středu tohoto rozmezí. [4]

Mezi další zásady stanovení adice patří binokulární měření. Korekci do blízka provádíme vždy binokulárně kromě ojedinělých případů, kdy očekáváme rozdílné hodnoty přídavku na každém oku jako např. při vyšších anizometriích. Pro zachování co největšího rozsahu ostrého vidění určíme adici co nejnižší, se kterou je dosaženo pohodlného vidění. PD necháváme stejné jako do dálky. [4]

Při subjektivním stanovení adice sleduje pacient nejmenší viditelný řádek na čtecí tabulce vzdálené podle jeho potřeby. S adicí můžeme začít buď úplně od začátku přidáváním ke korekci na dálku čočky po +0,25 D, dokud se bude vidění zlepšovat a velikost přečteného řádku zmenšovat, tedy pokud se bude zvyšovat vízus. Nebo je možné ke korekci do dálky přidat odhad adice některým z následně uvedených způsobů, a provést pouze úpravu binokulárním přidáváním +0,25 D při zlepšování vidění, popřípadě -0,25 D. Pro každý odhad adice platí, že se jedná pouze o orientační hodnotu adice, která se musí následně subjektivně ověřit a případně poupravit. [4]

Každá subjektivně stanovená adice musí být ještě zkontrolována. Správně stanovená adice se s binokulárním předřazením +0,25 D nezlepší, a s -0,25 D dojde k mírnému zhoršení. Kontrolu lze také provést pomocí červeno-zeleného testu na blízko (na obrázku 1.), kdy pacient sleduje tento test a porovnává kontrast znaků v barevných polích testu. Pokud jsou kontrastnější v červené, ubereme binokulárně adici o -0,25 D, jestliže v zelené naopak přidáme +0,25 D. Tento test využíváme pouze orientačně a u mladších presbyopů se přikláníme spíše k zelené. [4]

Kromě kontroly správnosti vyměření adice je důležité zkontrolovat i interval ostrého vidění s výslednou adicí (uveden v tabulce 1.). S přibývajícím adicí se zmenšuje oblast ostrého vidění do blízka, vymezená blízkým a dalekým bodem, a naší snahou je ponechat tento interval co možná největší. Pro určení blízkého bodu si pacient s adicí, dívající se na nejmenší řádek, který přečte, přibližuje optotyp, než se mu řádek nerozmaže. Pro určení dalekého bodu bude optotyp oddalovat, než se mu nejmenší přečtený řádek opět nerozmaže. [4]

Tabulka 1. Adice a interval ostrého vidění (upraveno dle [4])

Věk	Adice v D na 40 cm	Interval ostrého vidění v cm
45	+0,75	24 - 133
50	+1,25	27 - 80
55	+1,75	31 - 57
60+	+2,0	33 - 50

Následující tabulka (tabulka 2.) udává průměrně se vyskytující adici pro daný věk a pracovní vzdálenost, a je nejpoužívanější a nejrychlejší metodou odhadu adice. Platí, že čím dále je optotyp umístěn, tím menší je adice a naopak. [4]

Tabulka 2. Věk/pracovní vzdálenost (upraveno dle [4])

Věk	Adice v D na 33 cm	Adice v D na 40 cm
45	+1,25	+0,75
50	+1,75	+1,25
55	+2,25	+1,75
60	+2,50	+2
70	+3	+2,5

Hodnotu přídavku do blízka (*Add*) lze také stanovit pomocí výpočtu matematického vzorce

$$Add = -\frac{1}{hpb} - \frac{2}{3} AA,$$

kde *hpb* udává pracovní vzdálenost v metrech a *AA* amplitudu akomodace s korekcí do dálky v dioptriích, kterou lze vypočítat jako převrácenou hodnotu vzdálenosti blízkého bodu od oka v metrech, měřenou s korekcí na dálku. V tomto vzorci počítáme s 2/3 akomodační šíře, a to z důvodu ponechání akomodační rezervy o velikosti 1/3 akomodační šíře. [6]

4 Monovision

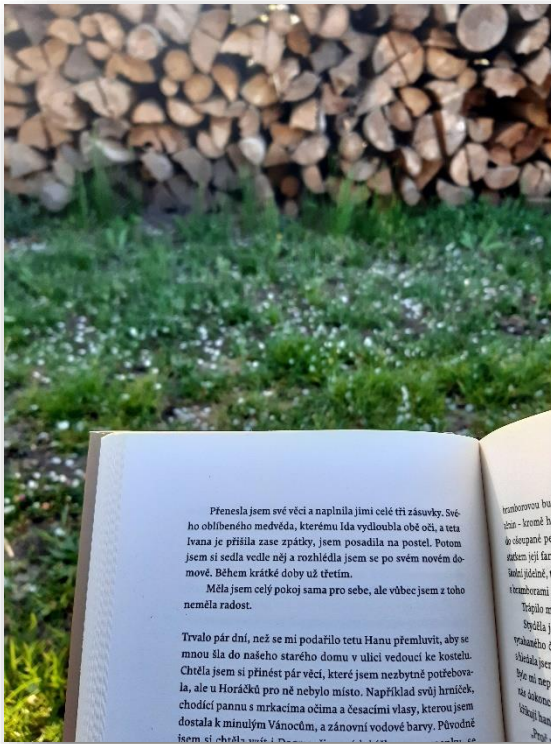
Světová populace neustále stárne, což vede ke zvyšování počtu presbyopů, lidí obvykle po 40. roce života, u nichž dochází k fyziologické ztrátě akomodace a zhoršení schopnosti vidět na blízké vzdálenosti. Podle odhadů byla v roce 2005 na světě zhruba 1 miliarda presbyopů, zatímco nyní by měl být jejich počet téměř dvojnásobný, proto je na korekci presbyopie kladen velký důraz. Existuje mnoho způsobů, jak presbyopii korigovat, nedochází však k opravdovému obnovení akomodace, ale pouze k její kompenzaci na určitou vzdálenost. Mezi nejběžnější metody korekce presbyopie patří brýle do blízka, bifokální a multifokální čočky. Další z možností korekce je monovision. [8, 9, 10]

Monovision je technika korekce presbyopie pracující s binokularitou zrakového systému, u níž se záměrně indukuje anizometropie korekcí každého oka na jinou vzdálenost. Pro korekci na dálku se obvykle určuje dominantní oko a do blízka oko nedominantní, nebo v případě rozdílné ametropie obou očí se pro korekci na dálku určuje více hypermetropické, nebo méně myopické oko, a do blízka méně hypermetropické, nebo více myopické oko. Monovision využívá schopnosti mozku zpracovat ostrý obraz, promítající se na sítnici jednoho oka, zatímco se neostrý obraz druhého oka potlačí, k tomu ovšem dochází na úkor prostorového vidění a snížení centrální zrakové ostrosti. Monovision lze implementovat pomocí kontaktních čoček, refrakční laserové chirurgie rohovky nebo kataraktové chirurgie vložением monofokálních nitroočních čoček. [8, 11, 12]

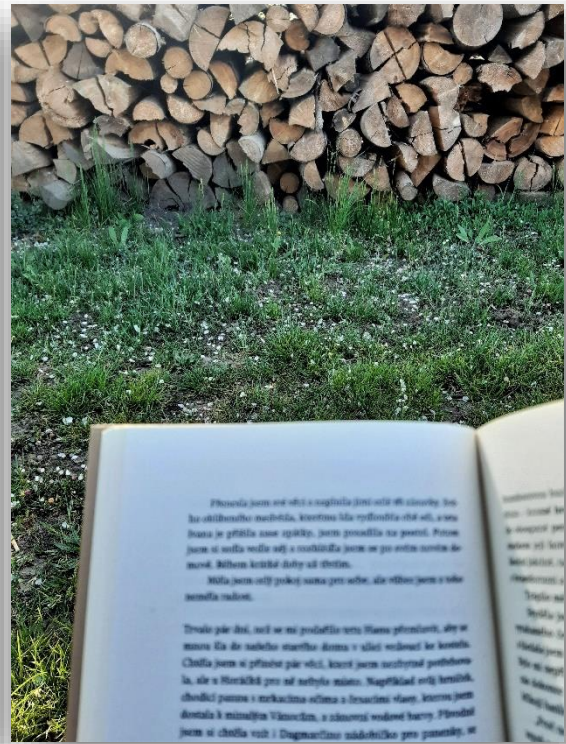
Monovision pracuje na stejném principu jako binokulární vyvážení po akomodačně nerovnovážné monokulární refrakci tzv. Humphrissova metoda. Při této metodě dochází k záměrnému monokulárnímu rozmazání střídavě obou očí $+0,75$ D až $+1,25$ D. Tato metoda umožňuje refrakci nezamlženého oka při binokulárně vyvážených podmínkách bez vnímání rozostřeného obrazu, tedy za jeho potlačení, čehož využívá i monovision. Vliv monokulárního rozostření na binokulární zrakovou ostrost se zvyšuje se zvyšujícím se rozostřením, což vysvětluje, proč je monovision lépe snášena při menších anizometriích. [4, 13]

Korekce presbyopie metodou monovision byla poprvé navržena v roce 1958 doktorem Richardem Westsmithem, který ji na sobě sám aplikoval. Za historického předchůdce monovision můžeme považovat brýle, které se používaly během 19. stol.

tzv. monokl. Jednalo se o jednu spojnou čočku, která se vkládala přímo do vnější otevřené části orbity a přidržovala se sevřením víček. [12, 14]



Obrázek 2. Simulace vidění s monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným na blízko.



Obrázek 3. Simulace vidění s monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným na dálku.

4.1 Anizometropie a oční dominance

V této kapitole budou popsány dva důležité pojmy související s monovision, a tím je anizometropie a oční dominance. Anizometropie je velmi důležitý pojem v monovision, protože při ní dochází k záměrnému navození tohoto stavu a může díky němu monovision jako korekční metoda fungovat a existovat. Oční dominance je dalším často zmiňovaným pojmem v souvislosti s monovision, používaná zejména k určení, které oko bude korigováno na danou vzdálenost. V monovision má větší důležitost nejen samotné určení oční dominance, ale zejména stanovení síly oční dominance, která může ovlivnit úspěšnost monovision.

4.1.1 Anizometropie

Anizometropie označuje stav nestejně refrakce obou očí, která je u nízkých hodnot zcela běžným jevem, nijak neomezující vidění. Naopak u vysokých anizometropiích

dochází k narušení binokulárního vidění, což způsobuje astenopické potíže a diplopii. Anizometropie může být získaná rozdílným vývojem refrakční vady, úrazem nebo může být vytvořena záměrně aplikací monovision. [3]

Anizometropie 0,25 D navozuje 0,5% rozdíl ve velikosti sítnicových obrazů tzv. anizeikonii. Anizeikonie 5 %, tedy anizometropie 2,5 D obvykle znemožňuje binokulární vidění, přičemž anizeikonie již 1-2 % jej ovlivňuje. Při vyšších anizometropiích dochází k narušení fúze sítnicových obrazů, což narušuje binokulární vidění a způsobuje alternující nebo monokulární vidění. K monokulárnímu vidění dochází při vysokých anizometropiích a jedná se o útlum jednoho z očí, což může u mladých jedinců vyvolat amblyopii. Alternující vidění je stav, kdy se ve vidění střídá levé a pravé oko, které má každé korekci na různou vzdálenost, což nevyžaduje zapojení akomodace ani konvergence. Na principu alternujícího vidění pracuje metoda monovision, u které je tento stav záměrně navozen. [3]

Ideální stupeň anizometropie u monovision je stále předmětem výzkumu, ale za optimální rozdíl v korekci obou očí se považuje obvykle 1–2 D, v závislosti na potřebách a prioritách daného pacienta. Anizometropie nad 1 D je obvykle dobře snášena, ale zvláště u starších pacientů nemusí být dostačující. Anizometropie nad 2 D zase obvykle vyvolává snížení zrakové ostrosti na střední vzdálenost a kontrastní citlivosti, může narušovat fúzi, stereopsi, a způsobovat astenopické problémy a netoleranci monovision. [8]

4.1.2 Oční dominance

Oční dominance je preference zpracování zrakového vjemu z jednoho oka před vjemem z druhého oka, která není vrozená, ale pravděpodobně získaná v raném dětství. Vedoucí oko je to, které lépe fixuje při binokulárním vidění, zaměřuje při monokulárním vidění a více se podílí na výsledném binokulárním vjemu, může se však lišit v závislosti na fixační vzdálenosti a úhlu pohledu. Oční dominance nesouvisí se zrakovou ostroší, vedoucím okem může být i oko s vyšší refrakční vadou, a tedy s horším vízem, nesmí však být rozdíl markantně velký. Oční dominance rovněž nesouvisí s jinými stranovými preferencemi např. rukou, a výskyt vedoucího pravého a levého oka je zhruba stejně častý. [1, 13]

Určení dominantního oka je velmi důležité při korekci presbyopie metodou monovision. Oční dominance udává, které oko bude korigováno na dálku, a které na blízkou vzdálenost, přičemž na dálku bývá zpravidla korigováno dominantní oko, což

vychází z předpokladu, že v nedominantním oku je snáze potlačeno rozostření. Korekce dominantního oka na dálku není striktně dané pravidlo, pro korekci na dálku můžeme vybrat oko s lepší zrakovou ostroží na dálku, případně horší do blízka, nebo oko, které si pacient sám zvolí. Před finálním rozhodnutím, které oko bude korigováno na dálku, se doporučuje obě varianty nejprve vyzkoušet pomocí kontaktních čoček. [13, 15, 16]

Oční dominanci dělíme na senzorigickou, směrovou a okulomotorickou, přičemž vyšetření každé z těchto dominancí nemusí vykazovat stejné dominantní oko u stejného pacienta. [13, 17]

Senzorigická dominace upřednostňuje jedno oko před druhým v monokulárním vidění nebo v případě jejich soupeření. Dominantní oko určeno senzorigickou dominancí je tzv. „zaměřovací oko“, kterým se přednostně díváme při monokulárním vidění, např. pohled do mikroskopu, a je určeno díky rozdílu sítnicových obrazů. [13, 17]

Směrová dominace určuje dominantní oko, které se zaměřuje na předmět při binokulárním vidění. Dominantní oko určené směrovou dominancí je oko vykonávající rychlejší pohyb než druhé. Ze studií také vyplývá, že při očních pohybech je primárně inervováno dominantní oko a druhé ho pouze následuje. Toto oko pak vykazuje menší odchylky při zakrývacích testech a je označováno jako tzv. „řídící oko“, k jehož určení lze použít subjektivní i objektivní testy. [13, 17]

Okulomotorická dominace určuje dominantní oko pomocí fixační disparity, kdy se oči binokulárně dívají na předmět v rámci Panomova prostoru a oko s lepší fixací předmětu je určeno jako dominantní. Okulomotorická dominace je však v praxi velmi nestabilní. Pro určení dominantního oka v monovision je nejlepší použít senzorigickou dominanci, ale v praxi je určení dominance touto metodou náročnější, proto se daleko více používá směrová dominace. [13, 17]

Oční dominace může být důležitým faktorem celkového úspěchu monovision. Ideální monovision vyžaduje střídavou dominanci a schopnost potlačení rozmazaného obrazu jednoho z očí. Silná oční dominace je kontraindikací pro aplikaci monovision, protože způsobuje stres ve zrakovém systému, zabraňuje schopnosti střídání očí a potlačení rozmazaného obrazu. Silná oční dominace lze poznat ze zamlžovacího testu senzorigické oční dominace. [16]

Určení oční dominance

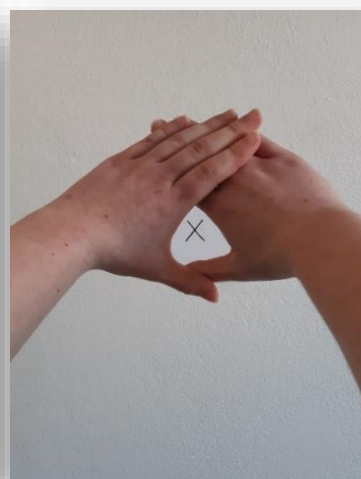
K určení směrové oční dominance, která je v monovision nejčastěji užívaná, se používají testy pohledu přes otvor tzv. testy hole-in-card. U těchto testů můžeme použít pomůcku v podobě karty se středovým otvorem nebo požádáme pacienta o vytvoření otvoru přeložením rukou přes sebe. Pacient je dále požádán, aby se s nataženými pažemi díval binokulárně přes otvor na vzdálenou značku a poté je instruován, aby střídavě zavřel levé a pravé oko. Oko, které při zavření druhého oka značku stále vidí, je okem dominantním, a druhé, kterému se značka při pohledu skrz otvor ztratila, je okem nedominantním (vyobrazeno na obrázku 4, 5 a 6.). Pacient může být také požádán, aby se místo na značku podíval skrze otvor na vyšetřujícího, který určí jako dominantní to oko, které vidí v otvoru. Dále může být použita metoda hrany a place, kdy se pacient binokulárně zaměří na vzdálenou hranu a pomyslně na ni položí svůj prst, následně střídavě zavírá oči. Oko, které při zavření druhého vidí prst na stejném místě je dominantní, u nedominantního oka se prst na linii hrany posune. [8, 17]



Obrázek 4. Test směrové oční dominance pohledem přes otvor – pohled přes otvor oběma očima.



Obrázek 5. Test směrové oční dominance pohledem přes otvor – pohled přes otvor nedominantním okem, při zavření dominantního.



Obrázek 6. Test směrové oční dominance pohledem přes otvor – pohled přes otvor dominantním okem, při zavření nedominantního.

Senzorickou oční dominanci zjišťujeme zamlžovacím testem. Pacient se správnou korekcí a ideálně stejným monokulárním vÍzem se dívá binokulárně na nejmenší přečtený řádek na optotypu do dálky. Následně předřazujeme monokulárně spojnou čočku v hodnotě adice, nebo vyšší, a ptáme se pacienta na jeho subjektivní posouzení binokulárního vidění s monokulárním zamlžením. To oko s předřazenou čočkou, u kterého bude pacient udávat lepší binokulární vidění, je oko, které lépe snáší

jednostranné zamlžení, a tedy okem nedominantním, které při monovision korigujeme do blízka. [15, 17]

4.2 Výběr vhodného kandidáta pro monovision

Velký počet pacientů toleruje monovizní korekci, přesto je před jejím výběrem a aplikací důležité vyhodnotit, zda je pacient vhodným kandidátem, což výrazně zvyšuje míru úspěšnosti a přijetí monovision. Výběr provádíme na základě posouzení indikací, kontraindikací a výsledků nutných předaplikačních vyšetření. Pro aplikaci monovision pomocí kontaktních čoček jsou nejvhodnějšími pacienty nositelé kontaktních čoček už před nástupem presbyopického věku, a pro aplikaci monovision chirurgickými zákroky jsou vhodní pacienti s úspěšným přijetím monovision pomocí kontaktních čoček. [13, 18]

4.2.1 Indikace a kontraindikace

Důležitým faktorem pro zařazení pacientů do výběru na monovizní korekci je jejich touha po nezávislosti na brýlích a schopnost akceptovat omezení této metody. Pro monovision jsou vhodní pacienti často střídající pracovní vzdálenost, jejichž prioritou není dokonalé vidění, ale spíše jeho flexibilita. Monovision není vhodná pro pacienty s vysokými nároky na kvalitu vidění a prioritou precizního prostorového vidění. [18, 19, 20]

S pacientovými preferencemi na kvalitu vidění souvisí i jeho životní styl, povolání a koníčky. Pro aplikaci monovision jsou nevhodná povolání a koníčky vyžadující kvalitní prostorové vidění a dlouhodobou práci na jednu vzdálenost. Mezi profese nevhodné pro monovision patří profesionální řidiči, zvláště jezdící v noci, a profese spojené s kvalitním, dlouhodobým viděním do blízka jako např. hodináři. Naprosto nevhodní jsou pro monovision piloti. V roce 2000 byla uveřejněna zpráva o letecké havárii, na které se částečně podílela i monovision aplikovaná z nevědomosti o vykonávaném povolání pacienta. Mezi koníčky spojené s nevhodností monovizní korekce patří zejména sporty vyžadující kvalitní prostorové vidění, jako je basketbal, golf, tenis a další. [7]

Dále je pro míru úspěšnosti přijetí monovision důležitý věk pacienta hlavně z důvodu nepřizpůsobivosti starších pacientů, jejich horšího snášení monovision a nutnosti aplikace vyšších anizometrií, kvůli vyšším stupňům presbyopie. Ideální nejsou ani zcela počínající presbyopové, kteří bývají s monovision často méně spokojeni z důvodu slabé motivace a potřebě vidění do blízka. Nejlepšími kandidáty jsou pacienti

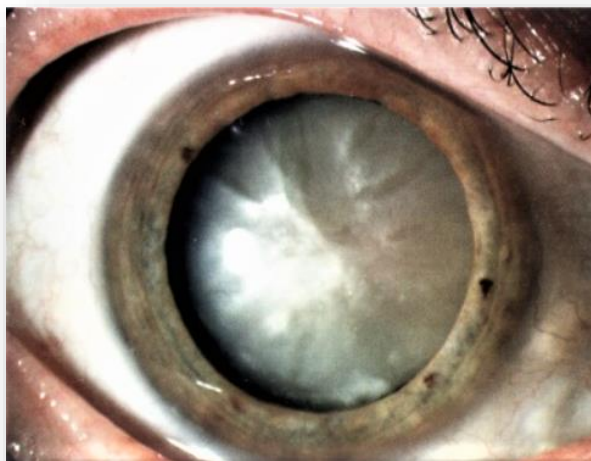
s potřebou korekce blízké vzdálenost, ale s menšími adicemi, popřípadě s ochotou přijmout neúplnou nezávislost na brýlích. [15, 21]

Bylo zjištěno, že na úspěšnosti monovision se podílí i povaha pacienta. Monovision je lépe přijímána optimistickými extrovertními lidmi než introverty, také ji lépe vnímají ženy, které si tuto metodu volí přibližně dvakrát častěji. [19]

Dalším faktorem majícím vliv na výběr pacienta je refrakční vada. Prospěšná je monovision pro myopy. Hypermetropové udávají více vedlejších efektů na zrakové funkce, jako je snížení prostorového vnímání, potíže se čtením za zhoršených světelných podmínek, nebo zvýšená oslnivost. Hypermetropové a emetropové jsou pro monovision méně vhodné také díky svému velmi dobrému nekorigovanému zraku a vysokým očekáváním. [19]

Pro výběr monovizního pacienta je důležitý stupeň oční dominance. Žádaná je slabá oční dominance, v ideálním případě střídavá pro dálku a blízko, umožňující alternující vidění, dobrou adaptaci na monovision, celkově dobrou snášenlivost a vysokou pravděpodobnost úspěšnosti monovision. Silná oční dominance je kontraindikací pro monovision, protože způsobuje neschopnost potlačení rozostřeného obrazu jednoho z očí. [15, 21]

Monovision vyžaduje dobré vidění obou očí, z čehož vyplývá, že jednou z největších kontraindikací monovision je velká ztráta vízu i u jednoho z očí, která může být způsobena vznikem šedého zákalu, či jiných chorob výrazně snižujících zrakovou ostrost a amblyopii. [22]



Obrázek 7. Maturní (zralá) katarakta znehodnocující vidění je kontraindikací pro aplikaci monovision. [23]

Pacienti s anamnézou amblyopie nebo dětského strabismu nemusí vnímat žádné subjektivní problémy v dospělém věku, zvláště pokud není postižené oko dominantní. Aplikací monovision ale dojde k narušení rovnováhy, postižené oko se stane fixačním a může dojít ke komplikacím nejčastěji v podobě diplopie. Kontraindikací je i jakýkoliv strabismus, či binokulární anomálie během života, které při aplikaci monovision mohou způsobit dekompenzaci binokulárních anomálií nebo vznik nové odchylky. [13, 22]

Další částečnou kontraindikací mohou být vysoké adice, související s věkem pacienta, a způsobující vysoké anizometropie, které mohou mít řadu negativních efektů na zrakové funkce a způsobovat až ztrátu binokulárního vidění. Vysoké anizometropie se také pojí s vysokými astenopickými problémy a s nepřijetím monovision. Při nepřijetí výše anizometropie danou velikostí adice pacienta lze využít např. skromnou monovision (dále v kapitole 4.4), založenou na snížení velikosti anizometropie, a umožňující ponechání zrakových funkcí na přijatelné úrovni pro běžný život, ale vyžadující doplňující brýle do blízka pro dlouhodobé čtení malého textu. Další nezbytná schopnost související s velikostí anizometropie je potlačení neostrého obrazu jednoho z očí. Pokud je schopnost potlačení rozmazaného obrazu narušena, je opět kontraindikací monovision. [7, 22]

4.2.2 Vyšetření před aplikací monovision

Mezi nejzákladnější výkony nutné před výběrem a aplikací monovision je důkladný rozhovor s pacientem, zahrnující zjištění jeho preferencí, očekávání, životního stylu, povahy a precizní odebrání oční anamnézy. Oční anamnéza je velice důležitá, může nás varovat před důležitými kontraindikacemi monovision jako je amblyopie, výskyt strabismu, diplopie během života a dalších. [22]

Dále je nutné před aplikací monovision provést důkladný screening binokulárního vidění pro úplné vyloučení binokulárních anomálií a skrytého strabismu. Následně je důležité určit oční dominanci, nejlépe testem směrové dominance přes otvor a zároveň i testem sensorické dominance zamlžovací metodou, která může poukázat na silnou oční dominanci, která by byla opět kontraindikací. [13]

Po všech vyšetřeních a konzultacích bez objevení některé z kontraindikací je důležité provést refrakci. Nejprve se důkladně vyšetřuje refrakce na dálku a následně se určuje adice do blízka. Jelikož se při monovision koriguje každé oko na jinou vzdálenost, a výše vzniklé anizometropie může negativně ovlivnit zrakové funkce, je pro úspěšnost

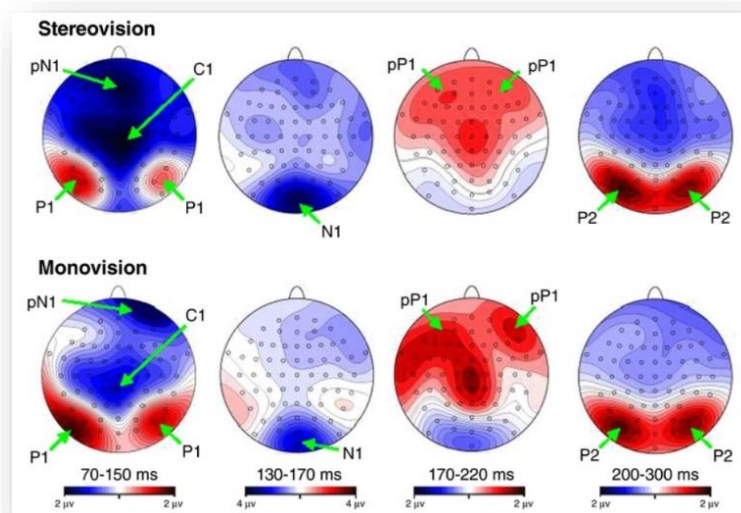
monovision velmi důležité přezkoušet výši anizometropie, a případně zvážit aplikaci některé z alternativních druhů monovision (uvedené v kapitole 4.4), které nekorigují plně obě vzdálenost. Dále provádíme standartní vyšetření podle druhu zvolené korekce. [22]

4.2.3 Adaptace na monovision

Pacienti, kterým je nově aplikovaná monovision, musí překonat významně změněné zrakové podmínky, přinášející s sebou značné problémy. Pro překlenutí období adaptace musí mít pacienti velmi silnou motivaci k nošení monovision. Novým pacientům se zpravidla aplikují diagnostické kontaktní čočky, na kterých si pacient poprvé vyzkouší systém monovision a posoudí svůj prvotní dojem, který může poukázat na výslednou akceptaci této metody, a díky jeho reakcím pomoci specialistovi odhadnout přizpůsobivost na monovision. [12, 13]

Následně je nutné projít tzv. obdobím adaptace, kdy se oči učí potlačit rozmazaný obraz. Adaptační období může trvat několik dnů až týdnů. Specialista musí vždy pacienta upozornit, že během tohoto období může pociťovat mlhavé až rozmazané vidění, celkový diskomfort až dezorientaci, a že během tohoto období nesmí řídit. Úspěšnost monovision a překlenutí adaptačního období se uvádí okolo 80 %. [12, 13]

Neuroadaptace na monovision je předmětem intenzivního zkoumání nejčastěji pomocí evokovaných zrakových potenciálů (VEP – visual evoked potentials). U monovision dochází z důvodu rozmazání jednoho z obrazů, díky nevyvážené korekci a navozené anizotropii, k nižší aktivitě ve zrakové kůře, tedy v zadní části mozku. Je zajímavé, že naopak v přední části mozku, ve prefrontální kůře, dochází ke zvýšení složek VEP, nejspíše jako kompenzace snížení složek ve zrakové kůře. Stejný jev se zjistil u pacientů s multifokálními nitroočními čočkami testovanými magnetickou rezonancí. [24]



Obrázek 8. Ukázka rozdílnosti topografické mapy VEP hodnot pro normální stereopsi a monovision – N1 a pN1 jsou označení negativní prefrontální vlny VEP, P1 a pP1 pozitivní prefrontální vlny VEP a P2 je pak označení pro pozdní prefrontální vlnu VEP. [25]

4.3 Vliv monovision na zrakové funkce

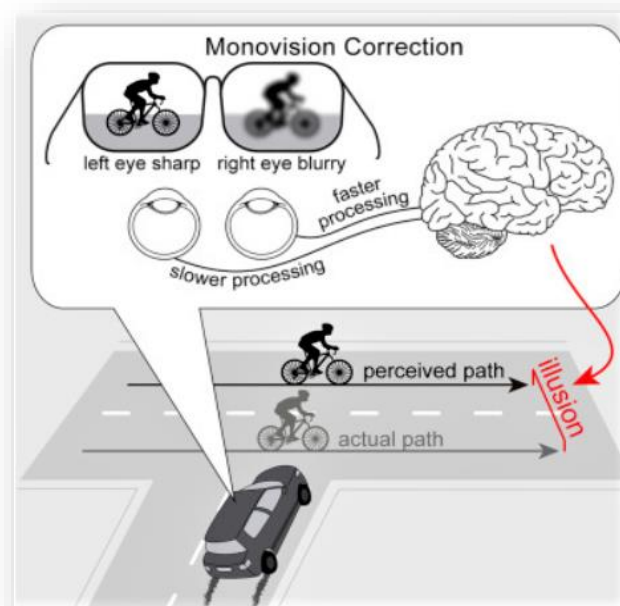
Monovision je účinným prostředkem korekce presbyopie. Díky navození anizometropie se však s její aplikací pojí řada často negativních vlivů ovlivňujících zrakové funkce, které tuto korekční metodu činí méně atraktivní. [16]

Monokulární rozostření vzniklé rozdílnou korekcí na každém oku ovlivňuje zejména binokulární vidění. Díky vysoce rozdílným sítnicovým obrazům je narušena fúze, tedy spojení těchto obrazů do jednoho prostorového vjemu, a s tím související snížení stereopse. Stereopse je nejvyšším kvalitativním stupněm binokulárního vidění a představuje tzv. pravé prostorové vidění, tedy schopnost vytvořit hloubkový trojrozměrný vjem. Snížení stereopse je vnímáno jako jeden z hlavních problémů monovision, ale z mnoha studií vyplývá, že pacienti s úspěšnou aplikací monovision si zachovávají dobrou stereopsi na všechny vzdálenosti. [17]

Dále může u monovision docházet ke snížení binokulární sumace, která představuje zlepšení zrakového vnímání při binokulárním vidění oproti monokulárnímu. Binokulární sumace se snižuje s narůstajícím dioptrickým rozdílem a může vést až k binokulární inhibici, tedy zhoršení binokulárního zrakového vnímání oproti monokulárnímu. Při monovision, kromě snížení binokulární sumace a stereopse, může dojít i ke snížení binokulární zrakové ostrosti, zejména za sníženého kontrastu, což dále souvisí s obtížností potlačit jasné obrazy na tmavém pozadí, způsobující oslnění, halo efekty, a v krajním případě až diplopii zejména při řízení za tmy. Na periferní zrakovou ostrost ani velikost zorného pole nemá monovision žádný vliv. [8, 12, 13]

Všechny tyto komplikace monovision souvisejí s navozenou anizometrií, se začínají projevovat až při určitém dioptrickém rozdílu, který je u každého jiný, začíná však obvykle na hranici 1,5 D anizometopie. Proto není žádoucí, hlavně u starších pacientů vyžadujících větší přídavky do blízka, aplikovat úplnou korekci do blízka, nabízí se proto některá z alternativních variant, jako je např. skromná monovision, u které je navozena anizometropie obvykle 1,25 D. [15]

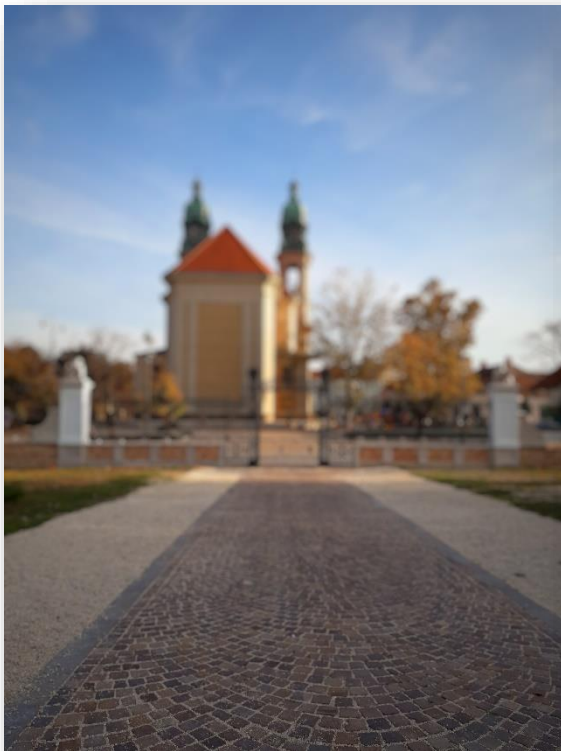
Monovision může taky ovlivňovat vnímání pohybu, díky rozdílným sítnicovým obrazům, které se může projevit zkreslením vzdálenosti a prostorového vidění u pohybujících se předmětů. K tomuto jevu dochází z důvodu různé rychlosti zpracování jinak ostrých obrazů. Vliv rozdílného zaostření obrazů na vnímání pohybu byl zkoumán pomocí Pulfrichova efektu, což je metoda vytváření prostorového vjemu pomocí předřazení tmavé čočky, díky níž dorazí obraz vodorovného pohybu, který je přes ni pozorován, do mozku později. [9]



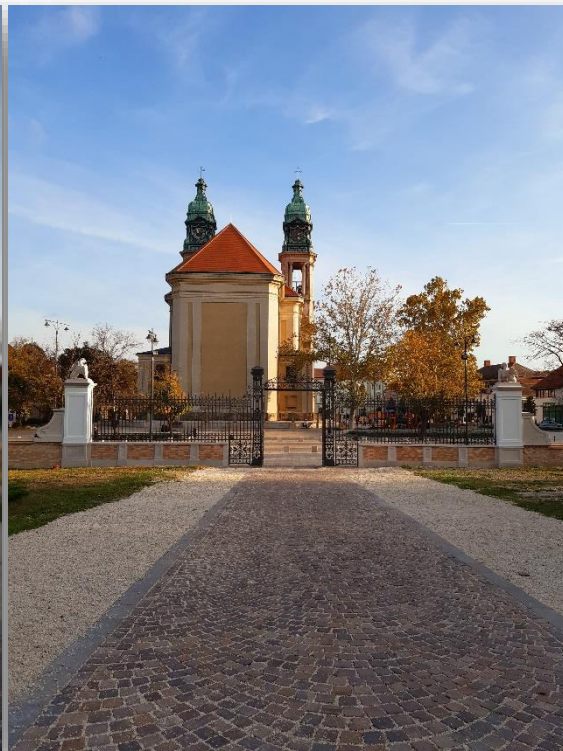
Obrázek 9. Ukázka možného zkreslení vzdálenosti u pohybujících se předmětů při monovizní korekci. [9]

4.4 Druhy monovision

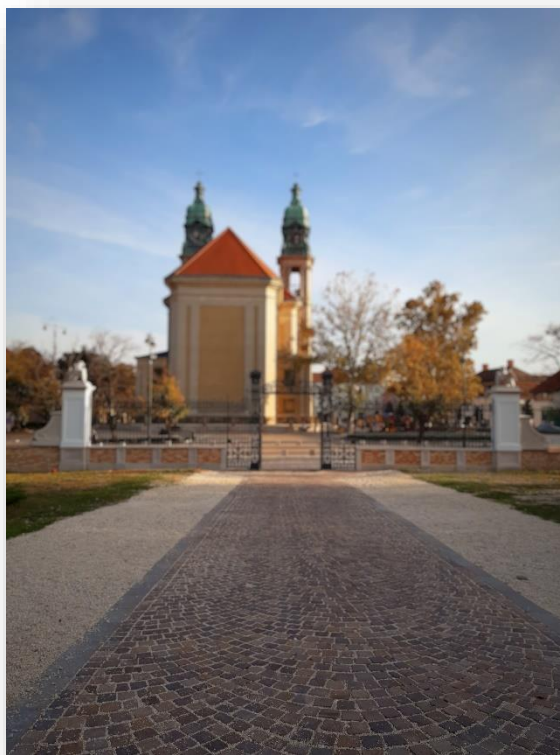
Klasická monovision se vyznačuje plnou korekcí dominantního oka na dálku a plnou korekcí nedominantního oka na blízkou vzdálenost. Může tedy navozovat vysoké anizometropie, které významně ovlivňují zrakové funkce. Z tohoto důvodu existuje řada alternativních druhů monovision, které omezují vznikající komplikace, případně vylepšují zrakové funkce oproti klasické metodě.



Obrázek 10. Simulace vidění do dálky s klasickou monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným do blízka.



Obrázek 11. Simulace vidění do dálky s klasickou monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným na dálku.

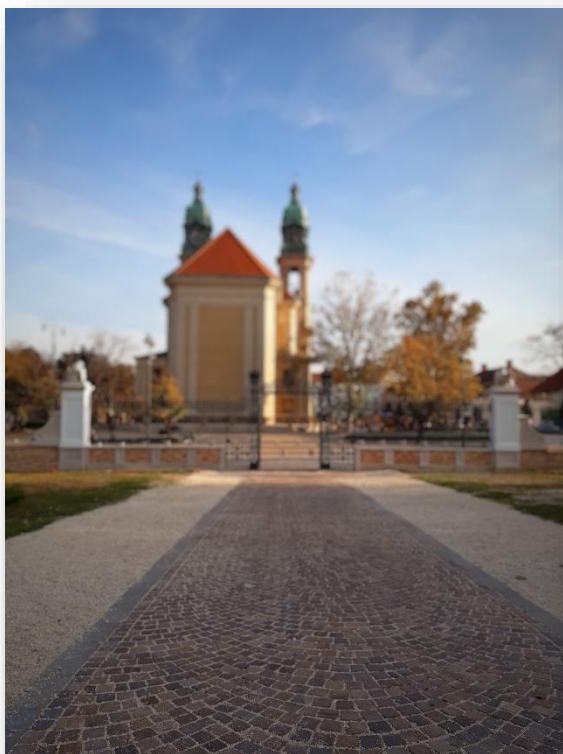


Obrázek 12. Simulace vidění do dálky s klasickou monovizní korekcí – výsledný binokulární obraz.

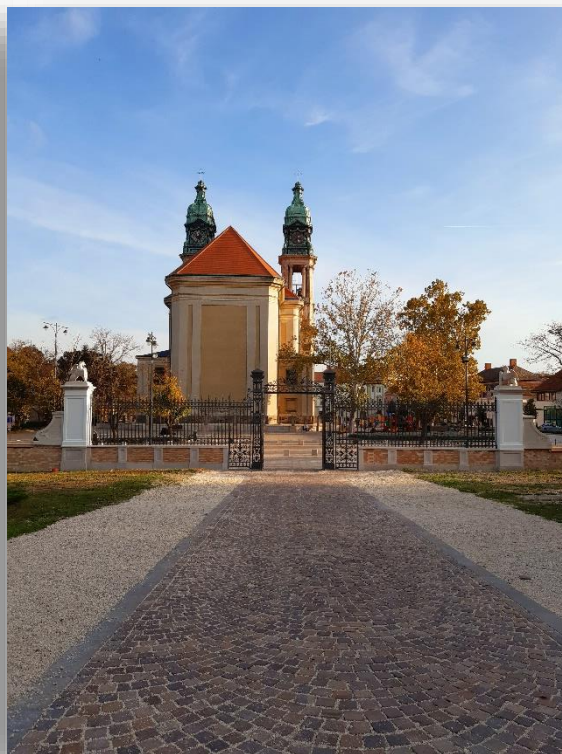
4.4.1 Skromná monovision

U skromné monovision nedochází k úplné korekci blízkého vidění, jak je tomu u klasické monovision, ale velikost anizometropie je nižší, nejčastěji 1,25 D. Výhodami skromné monovision je kvalitnější zraková ostrost do dálky a na střední vzdálenost, zachování stereopse, a pravděpodobnost menšího snížení kontrastní citlivosti a vzniku astenopie. Na druhou stranu z důvodu omezení zrakové ostrosti do blízka nezajišťuje nezávislost na brýlích, a ve většině případů je nutná kombinace této metody s brýlemi na dlouhodobé čtení. Tato metoda se nejvíce používá u pseudofakické monovision po operaci katarakty, ale často se s ní setkáme i u pacientů s preferencí dobrého vidění na střední vzdálenost. [26]

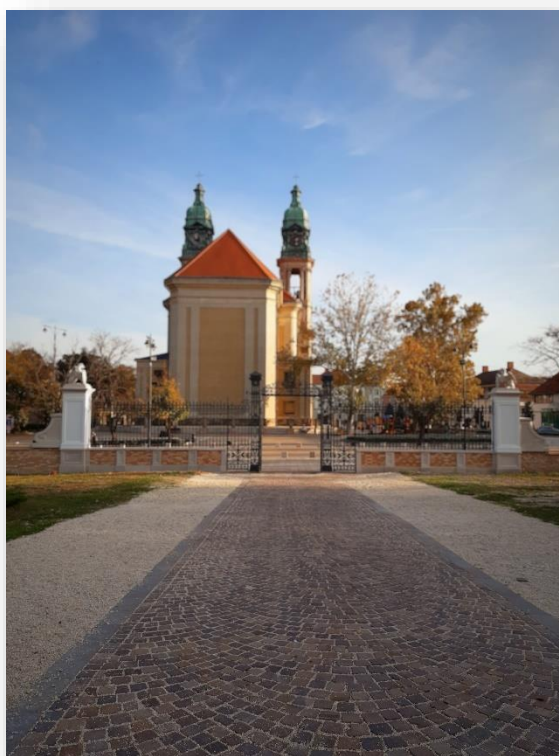
Poddruhem skromné monovision je mini-monovision používaná v kataraktové chirurgii. U mini-monovision je velikost anizometropie, oproti skromné monovision, ještě více snížena, obvykle na 0,75 D, a dominantní oko není korigováno na emetropii, ale taky nepatrně myopizováno, obvykle na -0,25 D nebo -0,5 D. Při této metodě je tedy do dominantního oka vložena např. nitrooční čočka s -0,25 D, a do nedominantního oka s -1,0 D. Aplikace mini-monovision působí příznivě na zrakovou ostrost, neovlivňuje vidění na dálku a pravděpodobně nepřerušuje fúzi, nenarušuje stereopsi, ani kontrastní citlivost. Mini-monovision zajišťuje méně pooperačních komplikací, dobrou toleranci a přijatelnou nezávislost na brýlích, která ale není stoprocentní. [27]



Obrázek 13. Simulace vidění do dálky se skromnou monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným do blízka.



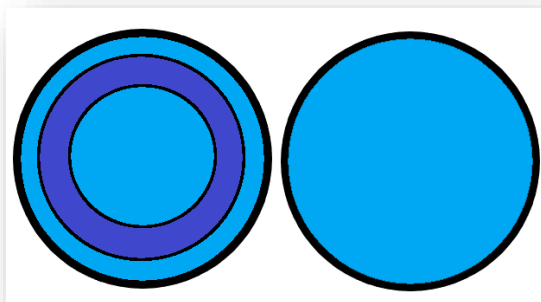
Obrázek 14. Simulace vidění do dálky se skromnou monovizní korekcí – obraz viděný okem korigovaným do dálky.



Obrázek 15. Simulace vidění do dálky se skromnou monovizní korekcí – výsledný binokulární obraz.

4.4.2 Modifikovaná monovision

Modifikovaná monovision je alternativním druhem monovision, při které se jedno z očí koriguje bifokální, nebo častěji multifokální kontaktní čočkou. Určení, které oko bude korigováno monofokální, a které multifokální čočkou, spočívá v preferencích pacienta. Nejčastěji se aplikuje monofokální čočka do dominantního oka a multifokální do nedominantního oka, a to v případě, že pacient upřednostňuje vidění na dálku. Pokud ale pacient upřednostňuje vidění na blízko, může se zvolit opačná varianta. [15, 21]



Obrázek 16. Modifikovaná monovision – aplikace jedné monofokální a druhé vícefokální kontaktní čočky.

Modifikovaná monovision vede ke kvalitnějšímu vidění obvykle na dálku. Oproti klasické monovision zlepšuje zrakovou ostrost na dálku. Obrazy vznikající na sítnici se u této metody stávají více podobnými, což vede ke zlepšení binokulární sumace a stereopse. Modifikovanou monovision lze aplikovat i při vyšších adicích, dochází pak ovšem ke snížení kontrastní citlivosti. Při použití multifokální čočky zajistíme zkvalitnění vidění i na střední vzdálenost, čehož můžeme docílit i bifokální čočkou na střední a blízkou vzdálenost, zde ovšem nedocílíme zkvalitnění vidění na dálku. [8, 11]

Tato metoda je vhodná hlavně pro korekci počátečních presbyopů, kdy vidění na blízko není tak oslabeno a je vyžadována primárně kvalitní korekce do dálky. Modifikovaná monovision může být aplikovaná všemi druhy korekce možné u monovision, tedy kontaktními čočkami a pomocí refrakční i kataraktové chirurgie, u které je označována jako hybridní monovision. [15]

4.4.3 Zkřížená monovision

Zkřížená monovision představuje korekci nedominantního oka na dálku a dominantního oka na blízkou vzdálenost, která může být navozená záměrně nebo

chybou. Tato monovision může vykazovat zhoršené vidění na dálku i na blízko oproti klasické monovision. Přesto je některými studii vnímaná jako stejně kvalitní. [7]

Ke zkřížené monovision mohou vést preference pacienta, individuální praxe lékaře, nebo u pseudofakických monovision často náhoda, která je spojená s dřívější operací oka více postiženého kataraktou, korigovaného na emetropii, a druhého dodatečně korigovaného na blízkou vzdálenost, bez zkoumání oční dominance. Bylo prokázáno, že zkřížená monovision, indikovaná pomocí LASIK, funguje velmi dobře. Nedochozí k významným rozdílům mezi zkříženou a klasickou monovision, a potlačení rozmazaného obrazu u klasické monovision bývá často jen nepatrně lepší než u zkřížené. [28]

U zkřížené monovision je třeba dbát na větší obezřetnost při výběru pacienta a vyloučení kontraindikací, protože může způsobit daleko větší problémy než klasická monovision. Mezi kontraindikace patří chirurgická úprava očních svalů, zjevné tropie a významná forie. Obezřetnost je na místě u amblyopie, u které by neměla být aplikovaná monovision, a v žádném případě monovision zkřížená. [28]

4.4.4 Částečná monovision

Plná korekce metodou monovision v brýlových obrubách je pro vznik nežádoucích stavů nevhodná, přesto lze brýle v kombinaci s monovision využít. Částečná monovision využívá doplňující brýle pro zlepšení zrakové ostrosti ke specifickým činnostem, nejčastěji dlouhodobé čtení malého textu nebo řízení vozidla. Doplňující brýle mohou být monofokální na jednu konkrétní vzdálenost, nebo bifokální zajišťující kvalitnější vidění do dálky i blízka. Cílem není, aby pacient byl na brýlích závislý, ale aby je používal jen jako doplnění při konkrétních dlouhodobých činnostech a za běžných podmínek se obešel bez nich. K částečné monovision na blízkou vzdálenost přistupuje většina stárnoucích uživatelů radikálních monovision, díky postupnému zvyšování přídavku do blízka, ale mohou k ní přistoupit i uživatelé monovizních kontaktních čoček, kteří nemají plně korigovanou blízkou vzdálenost. [21, 22]

4.5 Způsoby korekčního řešení monovision

Monovision je vhodná pro refrakční korekce umístěné v rovině rohovky nebo blíže k uzlovému bodu oka, proto se v praxi v souvislosti s monovision používají kontaktní čočky, refrakční a kataraktová chirurgie. Úspěšnost monovizních kontaktních čoček je

uváděna okolo 80 %, zatímco chirurgické řešení monovision má asi o 10 % větší úspěšnost, což je připisováno zejména nemožností zvrácení tohoto procesu, snahou o nejvhodnější výběr pacientů a možností zkoušky této metody pomocí kontaktních čoček před zákrokem. [10, 13]

Korekce presbyopie metodou monovision brýlemi se v praxi nepoužívá, a to zejména díky navozené anizometrii, jejíž brýlová korekce způsobuje problémy jako nestejně velikosti sítnicových obrazů (aniseikonie), rozdílné prizmatické efekty při pohledu mimo středy brýlových čoček, což může způsobit poruchu svalové rovnováhy při změně směru pohledu tzv. anizoforii, a v neposlední řadě je korekce rozdílnými dioptrickými hodnotami v brýlové obrubě viditelná a nepůsobí dobrým estetickým dojmem. [3, 7]

4.5.1 Korekce kontaktními čočkami

Nejjednodušším způsobem aplikace monovision je korekce pomocí kontaktních čoček. Lze použít všechny typy kontaktních čoček, měkké, tvrdé, sférické i torické. Mezi pacienty nejlépe snášející monovizní kontaktní čočky jsou již dřívější nositelé kontaktních čoček. [10, 21, 22]

U všech prvotních aplikací kontaktních čoček je nutno provést hodnocení vhodnosti pacienta na základě testování slzného filmu, refrakce, hodnocení spojivky a očních víček, zakřivení rohovky a oční anamnézy. Kontraindikacemi nošení kontaktních čoček jsou záněty rohovky, spojivky, bělimy a okrajů víček, dále uzávěry slzných cest a chronické záněty slzného vaku. Kontraindikacemi mohou být i čerstvé úrazy očí, snížená citlivost rohovky a užívání očních, ale i některých celkových léků. Je důležité myslet i na to, že každé kontaktní čočky mohou způsobovat komplikace spojené s jejich nošením, na které musí být pacient upozorněn. Mezi tyto komplikace může patřit syndrom suchého oka, snížení citlivosti rohovky, ale i různé zánětlivé komplikace a další. Pacienty je nutné vždy řádně zaškolit v aplikaci kontaktních čoček a v péči o ně. [11]

U osob v presbyopickém věku, zejména u žen, dochází ke snížení produkce a kvality slz, které mohou vést ke zmiňovanému syndromu suchého oka a k intoleranci kontaktních čoček. Z tohoto důvodu není zcela vhodné aplikace kontaktních čoček starším lidem, pokud nebyli do příchodu presbyopického věku jejich aktivními nositeli. Důležité je provést test roztržení slzného filmu pomocí obarvení fluoresceinem tzv. BUT

(break up time). Kontaktní čočky by se neměly aplikovat, pokud dojde k roztržení slzného filmu pod 10 sekund. [11, 19]



Obrázek 17. Ukázka aplikace kontaktních čoček. [5]

4.5.2 Refrakční chirurgie

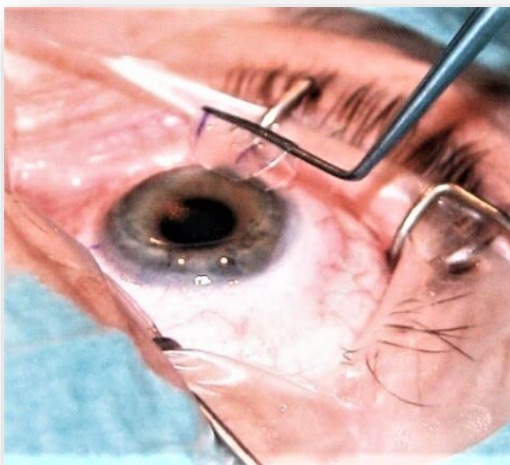
Chirurgicky indukovaná monovision je spojena s větším procentem úspěšnosti než korekce pomocí kontaktních čoček. Před volbou chirurgické korekce metodou monovision, by měli být pacientovi nejprve aplikovány monovizní kontaktní čočky, po dobu nejméně 3 týdnů, jejichž přijetí významně zvyšuje pravděpodobnost úspěchu s refrakční operací. Dalším důvodem prvotní aplikace kontaktních čoček je možnost úpravy anizometropie, která pooperačně významně ovlivňuje zrakové funkce. Velikost anizometropie je většinou závislá na pacientovi, jeho věku, refrakční vadě a potřebám, ale v každém případě by neměla přesáhnout 2,5 D, v lepším případě 2,0 D. Obecně platí, že čím menší anizometropie je, tím větší je binokulární sumace a stereopse [7, 13]

U jakékoliv refrakční chirurgie, zvláště pak u monovision, je důležité zjistit a posoudit očekávání pacienta, které bývá většinou nerealistické. Jak už bylo několikrát zmíněno, může monovision vést k problémům jako je snížení binokulární ostrosti, kontrastní citlivosti, stereopse a může způsobovat zhoršené vidění za snížených světelných podmínek, případně vyšší výskyt halo efektů a oslnění. Tyto problémy mohou indikovat použití brýlí nebo kontaktních čoček, např. při řízení v noci. Pacient musí být se všemi komplikacemi a jejich možnými důsledky před operací seznámen, nejlépe už zmiňovanou aplikací zkušebních kontaktních čoček. [7, 26]

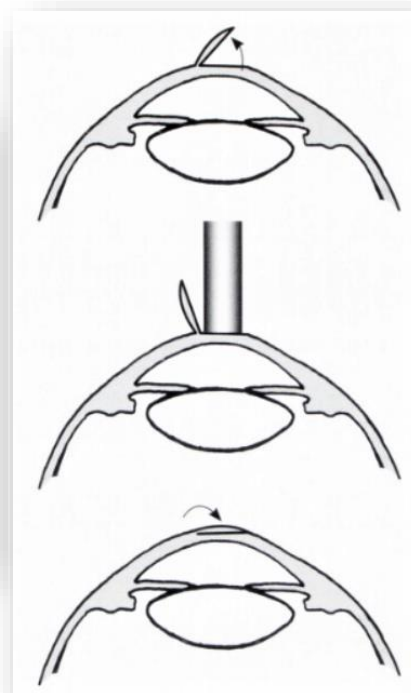
Existuje nepřehledné množství refrakčních zákroků rohovky, které se mohou použít pro vytvoření monovision. Nejčastěji používané a níže popsané zákroky jsou tzv. LASIK, tzv. PRK a konduktivní keratoplastika.

LASIK

LASIK (laser in situ keratomileusis) je chirurgický zákrok, při kterém dochází k vytvoření rohovkové lamely a k ablaci hlubších vrstev rohovky za účelem změny refrakčního stavu oka. Touto refrakční chirurgií se může realizovat i monovision. Je to bezbolestná metoda s rychlou stabilizací vize a rychlým hojením. Tato metoda s sebou ale nese i rizika jako je podrůstání epitelu rohovky pod lamelu, vznik epitelháze a stromháze, dále přispívá k vyšší pravděpodobnosti vzniku syndromu suchého oka a nárůstu aberací vyšších řádů, které mohou způsobovat zvýšené oslnění, halo efekty, monokulární diplopii a celkově zhoršené vidění za šera. Kontraindikací zákroku je příliš tenká rohovka. [4]



Obrázek 18. Odklopení rohovkové lamely při operaci LASIK. [23]



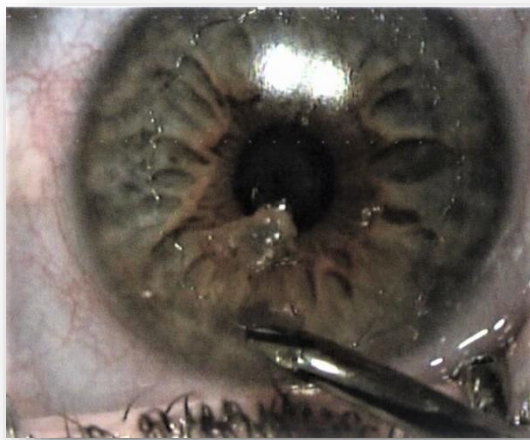
Obrázek 19. Postup při operaci LASIK – odklopení lamely, ablace stromatu a vrácení lamely. [23]

Dále je možné použít tzv. femtosekundový laser, což je vysoce výkonný pulzní laser, který způsobuje destrukci vnitřní rohovkové tkáně díky přesné fokusaci energie do jednoho místa v hloubce rohovky. V souvislosti s monovision se často používá

tzv. femto-LASIK, který je kombinací těchto dvou metod. Femtosekundový laser je zde používán pro vytvoření lamely z důvodu schopnosti vytvoření širšího flapu s větší bezpečností, než dokáže mechanický řez. Monovizní femto-LASIK je bezpečná, stabilní a efektivní korekce presbyopie, která má velký úspěch a vysokou míru spokojenosti u pacientů. Využití femtosekundového laseru v metodě LASIK je považováno za nejvhodnější chirurgickou korekci presbyopie technikou monovision. [4, 29]

PRK

Další refrakční chirurgický zákrok, vhodný pro vytvoření monovision, je metoda využívající excimer laser tzv. PRK (photorefractive keratectomy). Během tohoto zákroku jsou po seškrábnutí epitelu rohovky, který se následně zregeneruje, odstraněny povrchové vrstvy stromatu fotoablací. PRK je metoda, která se v praxi používá méně často, hlavně z důvodu dlouhého bolestivého hojení a stabilizaci vidění až po několika týdnech od operace. Z optického hlediska má však lepší výsledky než LASIK. Dochází při ní k menším nárůstům aberací vyšších řádů, umožňuje vyšší rozsah dioptrií a je možné ji využít u tenčích rohovek než LASIK. [4]



Obrázek 20. Odstranění rohovkového epitelu při operaci PRK. [23]

Konduktivní keratoplastika

Posledním ze zmíněných zákroků je konduktivní keratoplastika. Jedná se o neablativní metodu, využívající radiofrekvenční energie ke zvýšení zakřivení rohovky. Metoda je používána ke korekci nízké hypermetropie od +0,5 D do +3,0 D a presbyopie, zejména vytvořením monovision. Sonda vedoucí rádiové vlny se přikládá na 8 – 32 bodů, umístěných v kruzích v periferii rohovky, což vede ke snížení kolagenu v oblasti kruhů,

čímž se docílí větší strmosti centrální rohovky. Tato metoda je nástupcem termokeratoplastiky, která se také využívala k vytvoření monovision, ale u které se zjistil nestabilní výsledek, tvorba jizev a postupná ztráta vyklenutí rohovky. [10]

Oproti femto-LASIK má konduktivní keratoplastika výhodu ve své neinvazivnosti a nepotřebě vytvářet rohovkový flap, dochází u ní ovšem k pooperačnímu nárůstu astigmatismu a stejně jako u termoplastiky ke zvýšené nutnosti zákrok opakovat. Konduktivní keratoplastika je účinná a bezpečná metoda navození monovision, ale kvůli své dočasnosti není příliš využívána. [10, 29]



Obrázek 21. Vzhled oka jeden měsíc po konduktivní keratoplastice. [30]

4.5.3 Kataraktová chirurgie – pseudofakická monovision

V kataraktové chirurgii existují různé přístupy ke korekci pooperační ztráty akomodace. Výběr vhodné nitrooční čočky pro implantaci presbyopickému pacientovi s kataraktou, popřípadě s jinou indikací, se odvíjí od oční anamnézy, životnímu stylu, preferencí a na základě vyšetření. U těchto pacientů mohou být do oka implantovány monofokální, bifokální, multifokální, moderní akomodační čočky, nebo může být vytvořena tzv. pseudofakická monovision monofokálními čočkami. Žádná z nabízených druhů korekce presbyopie u operace katarakty ale není spolehlivá, vždy dojde k nějaké formě kompromisu, ať už ve zrakových funkcích, nebo v nezávislosti na brýlích. [27]

Pseudofakické monovizní nitrooční čočky byly poprvé představeny v roce 1984, a podle klinického průzkumu ACRS z roku 2013 uznány nejlepší korekcí presbyopie po operaci katarakty. Při rozhodnutí aplikace monovizních nitroočních čoček, se do obou očí implantují monofokální čočky s různou dioptrickou hodnotou. Obvykle je dominantní oko korigováno na dosažení emetropie pro vidění na dálku, a nedominantní oko je

korigováno na blízko přidáním kladných dioptrií zhruba o 1 - 2,5 D, docílíme tedy myopie na oku pro blízké vidění. [14, 27]

Negativní dopady této metody, zejména snížení stereopse, jsou minimální, zvláště pokud se aplikuje skromná monovision, které je pro pseudofakickou monovision ideálním řešením. Skromná monovision zachovává stereopsi a kontrastní citlivost, má menší pravděpodobnost astenopie a vyžaduje menší adaptivní období. U skromné monovision se obvykle navozuje anizometropie 1,25 D, avšak bylo prokázáno, že běžní pacienti ještě lépe reagují na anizometrii 1,5 D. Případné snížení zrakové ostrosti u monovizních nitroočních čoček se dá řešit příležitostným použitím brýlí, což u multifokálních nelze. [14, 27]

U pacientů, kteří se nemohou rozhodnout mezi monofokálními nitroočními čočkami na jednu vzdálenost, nebo monovision, lze aplikovat zkušební monovision. Pacient podstoupí operaci katarakty pouze jednoho dominantního oka, do kterého je vložena nitrooční čočka navozující emetrii, a po dobu několika měsíců je do druhého oka aplikována kontaktní čočka na korekci blízkého vidění, lze tak ale učinit jen v případě, pokud katarakta významně neovlivňuje vidění. Pacient se poté může rozhodnout, zda mu monovision vyhovuje. V tomto případě mu do druhého oka bude vložena nitrooční myopická čočka na blízkou vzdálenost. U tohoto typu postupné aplikace, ale většinou nejsou prováděna nutná vyšetření, často dochází k vytvoření zkřížené monovision, která s sebou může nést řadu problémů, pokud pacient trpí nějakou skrytou patologií, nejčastěji amblyopií, či skrytým strabismem, které nejsou kvůli absenci vyšetření odhalené. [18]



Obrázek 22. Fakická nitrooční čočka v přední komoře. [23]

Pseudofakická monovision je úspěšná strategie korekce presbyopie při operaci katarakty nejlépe u krátkozrakých s předchozí zkušeností s monovision formou kontaktních čoček. Vytvoření monovision u hypermetropických presbyopů s operací katarakty bývá problematictější, a to zejména z důvodu zvyku hypermetropů na vysoce kvalitní vidění na dálku. Hypermetropové se hůře vyrovnávají s rozostřením jednoho z očí a snížením binokulárního vidění na dálku. Naopak u myopů, kteří jsou zvyklí hůře vidět na dálku, je metoda monovision ideálním řešením, se kterým jsou obvykle nadměrně spokojeni. Pokud se u pacienta vyskytuje astigmatismus, a je vhodným kandidátem pro monovision, je nejlepším řešením zvolit torickou nitrooční čočku, protože nekorigovaný astigmatismus významně ovlivňuje zrakovou ostrost. Je možné využít i jiné řešení korekce astigmatismu, například laserové řezy na rohovce. [26]

Mezi kontraindikace pseudofakické monovision patří závažná oční onemocnění, silná oční dominance a velká exoforie. Závažná oční onemocnění jsou častou kontraindikací pro aplikaci monovision, zejména z důvodu nepříznivých účinků na následnou adaptaci. Mezi tyto onemocnění patří glaukom, patologie sítnice, neuropatie optiku a další onemocnění mající vliv na zrakové funkce. Mezi kontraindikace patří i exo odchylna větší než 10 pD, která může činit pooperační potíže, a to jak ve změně oční odchylny, tak narušení stereopse. U pacientů s exoforií větší než 12 pD se může pooperačně objevit inkomitantní exotropie při blízkém vidění, a u pacientů se sníženou binokulární fúzí může monovision vyvolat diplopii a strabismus. [20]

U pseudofakické monovision se můžeme setkat s pojmem hybridní monovision, což je obměna modifikované monovision pro korekci nitroočními čočkami. Stejně jako v modifikované monovision je zde dominantní oko na dálku korigováno monofokální nitrooční čočkou a nedominantní oko multifokální. Tato metoda přináší menší vliv rozostření jednoho z očí, než je tomu u klasické pseudofakické monovision, a nevytváří pooperační strabismus. Oproti multifokálním nitroočním čočkám způsobuje menší oslnivost a tvorbu halo efektu. Jasnost na blízkou a střední vzdálenost je u hybridní monovision lehce snížena. Tato metoda je preferovaná pro pacienty mladší 60 let. [31]

4.6 Výhody a nevýhody monovision oproti jiným metodám

Výhodami metody monovision je snadná a levná aplikace, jedná se o jednu z nejlevnějších možností korekce presbyopie. Klade ale většinou vyšší nároky na čas. Pro správnou aplikaci této metody je obvykle potřeba několik schůzek, kontrol a vyšetření,

a následně je nutná nejméně dvou týdenní adaptace. Největší cenovou výhodou má monovision v kataraktové chirurgii, kde se aplikují monofokální nitrooční čočky, které jsou v ČR hrazené pojišťovnou, případně si pacient může připlatit za jejich lepší optické vlastnosti. [11]

Nevýhodami metody monovision je snížení centrální zrakové ostrosti vždy jednoho oka na danou vzdálenost, zhoršené vidění při snížených světelných podmínkách, kladení vyšších nároků na fúzi, omezení prostorového vidění snížením stereopse a možné způsobení astenopických potíží. Dále je monovision, kromě užití modifikované monovision, omezená neschopností korekce střední vzdálenosti, aniž by byla ohrožena zraková ostrost dálky nebo blízké vzdálenosti. [11, 13, 19]

Velmi diskutovanou komplikací všech presbyopických korekcí je jejich negativní vliv na kvalitu vidění za zhoršených světelných podmínek, zejména při řízení v noci. Obecně lze říci, že jakákoliv brýlová presbyopická korekce má lepší výsledky než korekce kontaktními čočkami. Nevýhodu mají korekce jen na jednu vzdálenost (brýle nebo kontaktní čočky do dálky), protože u nich není korigovaná blízká vzdálenost, a z toho důvodu se řidiči hůře orientují v prostoru automobilu. Bylo zjištěno, že multifokální kontaktní čočky způsobují výrazně pomalejší, opatrnější jízdu než progresivní brýlová korekce, pravděpodobně z důvodu celkově horšího vidění. I jakákoliv korekce monovision ovlivňuje kvalitu vidění za zhoršených světelných podmínek, způsobuje oslnění a halo efekty, ovšem v mnohem menší míře než multifokální korekce. [32]

Bylo prokázáno, že pseudofakická monovision může poskytnout velmi dobrý výsledek bez statisticky významných rozdílů oproti jiným metodám. Oproti multifokálním nitroočním čočkám zajišťuje kvalitnější vidění, rychlejší adaptaci, způsobuje méně komplikací a pooperačních dysfotopsií, projevujících se zejména přezářením bodových světelných zdrojů a halo efekty kolem nich. Monofokální čočky lze použít i u pacientů s hraniční rohovkovou a makulární patologií, a nejsou tak citlivé na zbytkový astigmatismus a zakalení zadního pouzdra čočky. Největší výhodou oproti multifokálním nitroočním čočkám je jejich nízká cena, se kterou se pojí i větší spokojenost s monovision. Mezi často udávané nedostatky monovision patří vyšší závislost na brýlích, astenopické problémy při vyšších anizometriích a nedostatečná zraková ostrost na střední a blízkou vzdálenost. Oproti klasickým monofokálním nitroočním čočkám na jednu vzdálenost mají monovizní výhodu v korekci zraku i na čtení, a pacient se tedy při běžných činnostech obejde zcela bez brýlí. Pseudofakická

monovision je účinnou a bezpečnou metodou korekce presbyopie při operaci katarakty. Četné studie potvrdily, že tato metoda může dosáhnout stejných vizuálních efektů jako multifokální korekce, a to s menší mírou nežádoucí dysfotopsie. Nejlepší výsledky se prokázaly u osob starších 60 let. [14, 18, 20, 28]

Nevýhodou hlavně trvalých metod monovision je statické řešení postupující presbyopie, která s přibývajícím věkem vyžaduje vyšší přídavky do blízka a stává se tak nedostatečným řešením. Monovision lze i u trvalých metod jednoduše zvrátit aplikací kontaktních čoček nebo brýlí, a při nedostatečné adici je možnost přidat doplňující brýle i ke kontaktním čočkám. [18, 28]

Závěr

Tato bakalářská práce byla věnována monovision a jejím hlavním cílem bylo podrobně seznámit čtenáře s touto korekční metodou presbyopie.

Svou práci jsem rozdělila do dvou částí. První část je vnímána jako úvodní, pro uvedení všech důležitých pojmů, které je třeba zmínit před studiem samotné monovision. První kapitola je věnována refrakčním vadám, díky jejich úzkému propojení s korekcí presbyopie. V této kapitole je krátce shrnuto odlišení emetropie a ametropie a následně je uveden stručný přehled všech refrakčních vad, tedy myopie, hypermetropie a astigmatismu, a jejich fyziologických změn během života. Ve druhé kapitole se zmiňuji o akomodaci a jejím mechanismu, kvůli souvislosti s presbyopií, které je věnována kapitola třetí. V této kapitole jsou rozebrány symptomy a vznik presbyopie, dále je zde popsáno subjektivní stanovení adice se všemi jejími nezbytnými kroky.

Druhá, stěžejní část práce, je věnována samotné problematice monovision. V úvodu čtvrté kapitoly je monovision definována, je zde uveden princip jejího mechanismu a krátká zmínka o její historii. V další části jsou podrobně popsány dva důležité pojmy úzce související s metodou monovision, kterými jsou anizometropie a oční dominance. Dále se ve své práci zaměřuji na výběr vhodného kandidáta pro monovision, popisují indikace a kontraindikace monovision, uvádím vyšetření nutná před výběrem a aplikací monovision a adaptaci na tuto metodu. Následně se zabývám možným vlivem této metody na zrakové funkce, jejichž negativní efekty lze minimalizovat užitím alternativních druhů monovision, které jsou zde popsány. Mezi nejvýznamnější druhy patří skromná a modifikovaná monovision. Na závěr práce jsou vyzdvíženy a popisovány způsoby korekčního řešení aplikace monovision. Tuto metodu lze realizovat pomocí kontaktních čoček, refrakční chirurgie nebo kataraktové chirurgie. V úplném závěru práce je tato korekční metoda srovnána s dalšími druhy korekce presbyopie a jsou zde uvedeny její výhody a nevýhody oproti jiným metodám.

Seznam literatury

- [1] ANTON, M. *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-7013-402-X.
- [2] AUTRATA, R., ČERNÁ, J. *Nauka o zraku*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. ISBN 80-7013-362-7.
- [3] KRAUS, H. a kol. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada Publishing, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [4] PLUHÁČEK, F. *Vyšetření a korekce refrakčních vad a presbyopie – výukové materiály k předmětu Korekce zraku I*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2009.
- [5] ŠTROFOVÁ, H. *Praktická oftalmologie*. Praha: Mladá fronta, 2018. ISBN 978-80-204-4888-0.
- [6] RUTRLE, M. *Brylová optika*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. ISBN: 80-7013-145-4.
- [7] PALLIKARIS, I. G., PLAINIS, S., CHARMAN, W. N. *Presbyopia: Origins, Effects, and Treatment*. Thorofare: SLACK Incorporated, 2012. ISBN 978-1-61711-026-9.
- [8] ZHELEZNYAK, L., SABESAN, R., OH, J.-S., MACRAE, S., YOON, G. *Modified monovision with spherical aberration to improve presbyopic through-focus visual performance*. Investigative Ophthalmology & Visual Science, Vol. 54, 2013, no. 5, page 3157-3165.
- [9] BURGE, J., RODRIGUEZ-LOPEZ, V., DORRONSORO, C. *Monovision and the Misperception of Motion*. Current Biology, vol. 29, 2019, no. 15, page 2586-2592.
- [10] MOUSSA, K., JEHANGIR, N., MANNIS, T., WONG, W. L., MOSHIRFAR, M. *Corneal Refractive Procedures for the Treatment of Presbyopia*. The open Ophthalmology Journal, vol. 11, 2007, page 59-75.
- [11] SYNEK, S., SKORKOVSKÁ, Š. *Kontaktní čočky*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-7013-387-2.
- [12] BENJAMIN, W. J. *Borish's Clinical Refraction*. St. Louise: Butterworth-Heinemann Elsevier, 2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.

- [13]EVANS, B. J. W. *Monovision: a review*. Ophthalmic & Physiological Optics, vol.27, 2007, no. 5, page 417-439.
- [14]ZHANG, F., SUGAR, A., BARRETT, G. D. *Pseudophakic Monovision: A Clinical Guide*. New York: Thieme, 2019. ISBN 978-1626238930.
- [15]FRANKLIN, A., FRANKLIN, N. *Soft Lens Fitting*. Butterworth-Heinemann Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-8856-7.
- [16]HANDA, T., MUKUNO, K., UOZATO, H., NIIDA, T., SHOJI, N., MINEI, R., NITTA, M., SHIMIZU, K. *Ocular dominance and patient satisfaction after monovision induced by intraocular lens implantation*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, vol. 30, 2004, no. 4, page 769-774.
- [17]PLUHÁČEK, F. *Normální binokulární vidění – výukové materiály k předmětu Binokulární vidění*, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2009.
- [18]HOFFMAN, R. S. *Monovision: A High-Quality Form of Refractive Cataract Surgery*. Cataract & Refractive Surgery Today, 2019.
- [19]BENNETT, E. S. *Contact Lens Correction of Presbyopia*. Clinical and Experimental Optometry, vol. 91, 2008, no. 3, page 265-278.
- [20]LABIRIS, G., TOLI, A., PERENTE, A., NTONI, P., KOZOBOLIS, V. P. A *systematic review of pseudophakic monovision for presbyopia correction*. International Journal of Ophthalmology, vol. 10, 2017, no. 6, page 992-1000.
- [21]EFRON, N. *Contact Lens Practice*. Butterworth-Heinemann Elsevier, 2010. ISBN 978-0-7506-8869-7.
- [22]KITCHEN, C. K. *Fact and Fiction of Healthy Vision: Eye care for Adults and Children*. Westport: Praeger Publishers, 2007. ISBN 978-0-275-99345-0.
- [23]ROZSÍVAL, P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2017. ISBN 80-7013-362-7.
- [24]ROSA, A. M. *Presbyopia monovision correction and cortical adaptation*. The Journal of Physiology, vol 596, 2017, no. 2, page 135.
- [25]ZERI, F., BERCHICCI, M., NAROO, S. A., PITZALIS, S., DI RUSSO, F. *Immediate cortical adaptation in visual and non-visual areas functions induced by monovision*. The Journal of Physiology, vol. 596, 2008, no. 2, page 253-266.
- [26]BARRETT, G. D. *Is Monovision Still an Option for Presbyopia?* Cataract & Refractive Surgery Today, 2013.
- [27]LABIRIS, G., GIARMOUKAKIS, A., PATSIAMANIDI, M., PAPAPOPOULOS, Z., KOZOBOLIS, V. P. *Mini-monovision versus multifocal*

- intraocular lens implantation*. Journal of Caratact & Refractive Surgery, vol. 41, 2015, no. 1, page 53-57.
- [28]ZHANG, F., SUGAR, A., ARBISSER, L., JACOBSEN, G., ARTICO, J.
Crossed versus conventional pseudophakic monovision: Patient satisfaction, visual function and spectacle independence. Journal of Cataract & Refractive Surgery, vol. 41, 2015, no. 9, page 1845-1854.
- [29]GHASSAN AYOUBI, M., LECCISOTTI, A., GOODALL, E., MCGILLIGAN, V., MOORE, T. *Femtosecond laser in situ keratomileusis versus conductive keratoplasty to obtain monovision in patients with emmetropic presbyopia*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, vol. 36, 2010, no. 6, page 997-1002.
- [30]YE, P.P, XU, W., XU, H. S., LI, Z. CH., SHI, J. T., HE, F. Y., YAO, K.
Conductive keratoplasty: an approach for the correction of residual hyperopia in post-lasik pseudophakia. International Journal of Ophthalmology, vol 5, 2012, no. 5, page 630-633.
- [31]LIDA, Y., SHIMIZU, K., ITO, M. *Pseudophakic monovision using monofocal and multifocal intraocular lenses: Hybrid monovision*. Journal of Cataract & Refractive Surgery, vol. 37, 2011, no. 11, page 2001-2005.
- [32]CHU, B. S., WOOD, J. M., COLLINS, M. J. *The effect of presbyopic vision corrections on nighttime driving performance*. Investigative ophthalmology & visual science, vol. 51, 2010, no. 9, page 4861-4866.