

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

Akomodační poruchy

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Klára Byrtusová

Obor R15974 OPTOMETRIE

Studijní rok: 2017/2018

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Renáta Indráková

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Renáty Indrákové, za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 17. 04. 2018

.....

Byrtusová Klára

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Mgr. Renátě Indrákové za cenné rady, připomínky a pomoc při vypracování mé bakalářské práce.

Tato práce vznikla za podpory projektu IGA PřF UP s názvem Optometrie a její aplikace, č. IGA_PrF_2018_007.

Obsah

Úvod.....	6
1. Akomodace.....	7
1. 1 Biomechanické změny a mechanismus akomodace	7
1. 2 Fyzikální a fyziologická akomodace	9
1. 3 Složky a stimuly akomodace	9
1. 4 Amplituda akomodace/akomodační šíře	10
1. 5 Pupilární reflexy	11
1. 6 Konvergence	12
2. Poruchy akomodace	14
2. 1 Presbyopie	14
2. 2 Exces/spasmus akomodace.....	16
2. 3 Insuficience akomodace	17
2. 4 Ochablá akomodace.....	18
2. 5 Akomodační nesnadnost.....	18
2. 6 Obrna akomodace	19
3. Typy testů, základní vyšetřovací metody	20
3. 1 Amplituda akomodace	21
3. 2 Relativní akomodace	23
3. 3 Akomodační snadnost.....	24
3. 4 Akomodační odezva	25
3. 5 Vyšetřování AC/A	26
3. 6 Pozitivní a negativní fúzní rezervy	28
4. Možnosti řešení akomodačních poruch a kazuistiky.....	30
4. 1 Zrakový trénink	30
4. 1. 1 Brock string, Push-up trénink, Near-far ‘jump‘	30
4. 1. 2 Trénink vergenční a akomodační snadnosti.....	31
4. 1. 3 Haploskopické metody.....	32
4. 1. 4 Polarizace/anaglyfy	33
4. 1. 5 Free-space technika.....	33
4. 2 Kazuistiky.....	34
Závěr.....	37
Seznam použité literatury	38

Seznam zkratek	40
----------------------	----

Úvod

Akomodační poruchy jsou díky častému vysedávání u počítače, ať už v zaměstnání či ve volném čase nebo při jiných činnostech spojené s prací do blízka, aktuálním tématem. Právě u těchto zmiňovaných aktivit lidé stále častěji zaznamenávají potíže nejen zrakového nepohodlí, jako je bolest a suchost očí či světloplachost, ale také bolesti hlavy nebo celkovou nevolnost. Právě tyto problémy nás nutí vyhledat odbornou pomoc. Bohužel akomodační anomálie jsou mnohdy přehlíženy při určení správné diagnózy, a proto jsem se rozhodla v mé bakalářské práci tyto poruchy představit. Akomodační poruchy nejsou spojené pouze s prací do blízka, mohou být prekursori nebo důsledky některých úrazů, různých zánětlivých, metabolických a systémových onemocnění nebo užití systémových či očních léčiv.

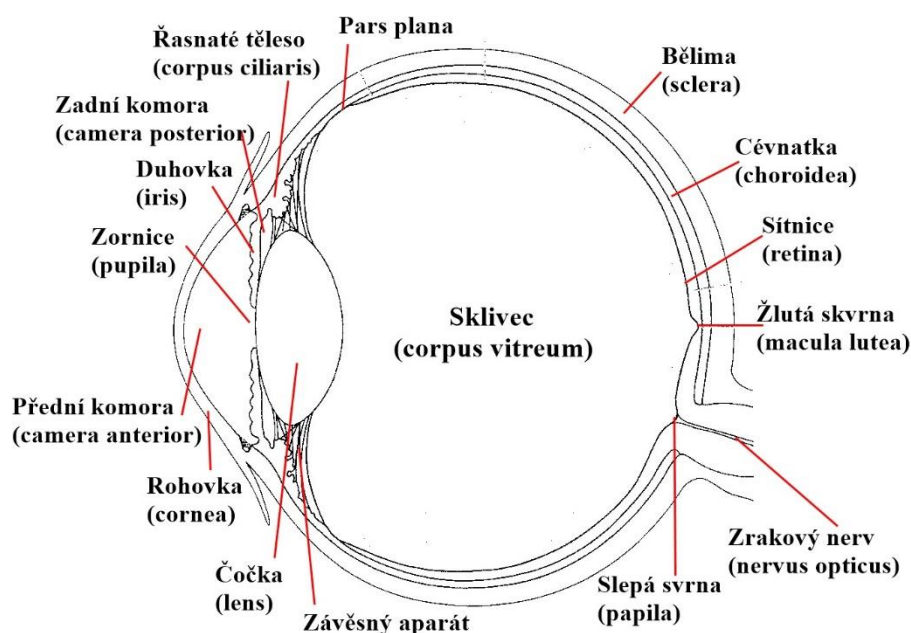
Prvním bodem mé práce je samotná akomodace. Definuji ji, popisuji její mechanismus, stručně se zmiňuji o jejích složkách, akomodační šíři a uvedu její spojitost s pupilárními reflexy a konvergencí. Poté se věnuji hlavnímu tématu práce, a to akomodačním poruchám, kterými jsou presbyopie, excus/spasmus akomodace, akomodační nedostatečnost, ochablá akomodace, akomodační nesnadnost a obrna akomodace. Každá anomálie je zvlášť popsána. Uvádím jejich příčinu, projev, hodnoty stanovené jejich vyšetřováním a možnosti řešení. V další kapitole popisuji jednotlivé vyšetřovací metody, které nám pomáhají určit danou poruchu. Zmiňuji se o amplitudě akomodace, relativní akomodaci, akomodační snadnosti a odezvě, vyšetření AC/A poměru a pozitivních a negativních fúzních rezervách. Na závěr uvádím možnosti řešení akomodačních poruch, kde se zaměřuji zejména na zrakový trénink. Pro přiblížení dané problematiky uvedu i nějaké zajímavé kazuistiky.

1. Akomodace

Akomodace je zesílení refrakční síly přirozené čočky oka, potřebné k vytvoření ostrého obrazu předmětů v různých vzdálenostech. K tomu dochází v závislosti na změnách optické mohutnosti oka, na kterém se podílí akomodační systém. [1, 2, 3]

1. 1 Biomechanické změny a mechanismus akomodace

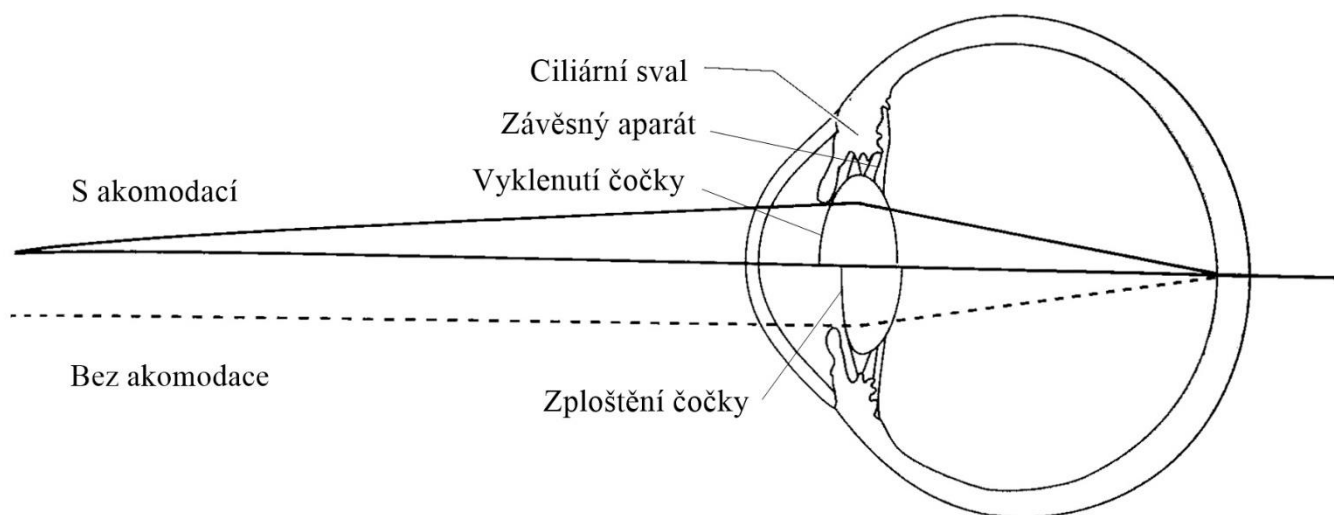
Akomodační systém zahrnuje čočku, zonulární vlákna a ciliární sval (viz obrázek č. 1). Rozpustné bílkoviny čočky jsou obklopeny tenkým elastickým pouzdra. Zakřivení zadní plochy čočky je větší, činí 6 mm, než přední zakřivení, jehož poloměr zakřivení je 10 mm. Elasticita čočkového pouzdra a plasticita čočkové substance ovlivňují vlastní změnu tvaru čočky. Její tvar se může stát víc sférickým, právě díky plasticitě elastického pouzdra. Mění se zejména zakřivení přední plochy, které se při akomodaci může snížit z původních 10 mm na 6 mm. Předozadní průměr čočky se naopak zvětšuje. Ve stavu bez akomodace je tomu zabráněno stahem zonulárních vláken, a to proto, že síla tahu působí proti směru elastických sil čočkového pouzdra. Elasticita vnitřní tkáně s věkem klesá a snižuje se také plasticita čočkového obsahu. [1, 2]



Obrázek č. 1: Anatomie oka

Zonulární vlákna jsou součástí závěsného aparátu čočky a plní dvě hlavní funkce, umožňují akomodaci a udržují čočku v optické ose. Jednotlivá vlákna se skládají z nekolagenního proteinu a elastických vláken. Systém vláken zadní části zonuly začíná v oblasti pars plana a upíná se mezi výběžky řasnatého tělíska. Vlákna přední části začínají mezi ciliárními výběžky. Přední a zadní vlákna se také upínají na pouzdro čočky a spojují tak čočku s řasnatým tělesem. [1, 4]

Ciliární sval, je jedinou aktivní, nervově-svalovou složkou. Skládá se z vláken cirkulárních, radiálních a meridionálních. Cirkulární vlákna jsou inervována parasymptikem, meridionální sympatikem. Při pohledu do blízka se zužuje prstenec ciliárního svalu, což je způsobeno kontrakcí cirkulárních vláken a následkem je uvolnění napětí vláken zonulárních. Při pohledu do dálky se kontrakcí meridionálních vláken napětí zonulárních vláken naopak zvyšuje. Tento princip můžete vidět na obrázku číslo 2. V horní polovině je znázorněna čočka při akomodaci. Ta se stává stále kulatější a zvětšuje se obzvláště zakřivení přední plochy. Ciliární sval se posune mírně dopředu a přední komora se stane mělkší a předměty v blízké vzdálenosti se tak promítnou na sítnici ostře. V dolní polovině je ciliární sval uvolněn. Paralelní světelné paprsky jsou promítnuty na sítnici, kde vytvoří ostrý obraz předmětů pozorovaných z dálky. [1, 2, 5]



Obrázek č. 2: Mechanické změny při akomodaci [1]

Ciliární sval je inervován krátkými ciliárními nervy. Funkci ciliárního svalu inhibují cykloplegika jako atropin, skopolamin a cyklopentolát, která znemožňují akomodaci a způsobí mydriázu. Parasymptomimetika jako pilokarpin, způsobuje smrštění svěrače zornice, což vede naopak k mióze. Akomodace je regulována kontrolními smyčkami. Řídící proměnná je ostrost

retinálního obrazu. Systém pravděpodobně užívá barevné disperze retinálního obrazu k určení směru, ve kterém může být akomodace správná. Podráždění čípků na sítnici neostrým obrazem je začátkem senzomotorické dráhy pro monokulární akomodaci. Toto podráždění se šíří na zevní kolínkovité tělísko do středního mozku, do Westphal-Edingerova jádra. Okulomotorický nerv vede motorický podnět k ciliárnímu svalu ciliárními nervy přes ciliární ganglion. [1, 6]

1. 2 Fyzikální a fyziologická akomodace

Akomodace je přítomná od narození, ovšem přibližně do tří měsíců je nepřesná a v krátkém rozmezí asi od 20 do 75 cm. Hlavní omezení akomodační funkce u novorozenců je pozornost a detekce rozmazaného signálu. Při správné pozornosti se akomodační funkce liší od jednoho dítěte k druhému, ale pravděpodobně je dostatečně dobrá, aby získala ostrost, kterou může jejich senzorický systém vyřešit. V dětství je akomodační síla asi 40 dioptrií, v průběhu života ubývá, ve stáří kolem 65 roku prakticky vymizí. [5, 7]

Účinnost akomodace je ovlivněna schopností čočky měnit svůj tvar a silou ciliárního svalu. Je to fyzikální deformace čočky měřená v dioptriích. Tato složka je narušena u presbyopů. Kontrakční síla ciliárního svalu nutná k změně refrakčního stavu oka o 1 dioptrii je akomodace fyziologická. Tuto složku můžeme nalézt u pacientů s obrnou, nekorigovatelnou myopií nebo juvenilním diabetem. [2]

1. 3 Složky a stimuly akomodace

Na akomodačním procesu se podílí složky reflexní, vergenční, proximální, tonická a volní. Reflexní akomodace zajišťuje zaostření obrazu na sítnici. Stimulem této složky je rozmazaný obraz, na jehož základě probíhá doostřování. Složka vergenční je druhá nejdůležitější. Dává podnět ke konvergenčně akomodačnímu kvocientu (CA) a je kontrolována fúzí. U mladých lidí se tento kvocient rovná asi 0,5 dioptrií na metrový úhel. Složka proximální je navozena odhadem vzdáleností a stimulem je vjem blízkého předmětu. Tonická složka je zbytkový akomodační stav a vyskytuje se i bez přítomnosti podnětu. U mladých lidí se tato složka může rovnat přibližně jedné až dvou dioptriím. Volní složka bývá obvykle spojená s volní konvergencí. [6, 8]

Při vyšetřování akomodaci navozujeme přiblížením zrakového stimulu či předřazením rozptylné čočky. Uvolňujeme ji oddálením zrakového stimulu nebo předřazením spojné čočky.

Akomodace může souviset také s některými typy myopie. Myopie přístrojová je navozená dlouhodobým pohledem do optických přístrojů. Podílí se na ní proximální složka akomodace. Dalším vlivem je špatné zaostření přístroje. Dalším typem je myopie prázdného pole. Tato vada se vyznačuje myopizací oka při delším pohledu do oblasti, kde nejsou vhodné stimuly. Jako příklad můžeme uvést pilota letadla, který se dívá na oblohu. Vzniká vlivem tonické složky akomodace a pohybuje se v rozmezí přibližně jedné až dvou dioptrií. Noční myopie se projevuje myopizací oka při adaptaci za šera a za tmy. Většinou se hodnota pohybuje od -0,25 či - 0,50 dioptrií až do několika dioptrií. Opět se jedná o nepřítomnost vhodného stimulu, proto se na ní podílí tonická složka. Kvůli sníženým světelným podmínkám je zornice širší, má až dvojnásobný průměr, proto se může objevit otvorová vada a další optické či barevné aberace, které mohou vést k posunu ohniska před sítnicí vlivem zvýšené citlivosti ke kratším vlnovým délkám za šera. [8]

1. 4 Amplituda akomodace/akomodační šíře

Akomodační šíře specifikuje maximální přírůstek refrakční síly, která je potřebná k akomodaci v dioptriích. U emetropů se tato hodnota shoduje s převrácenou hodnotou blízkého bodu v metrech. Z matematického hlediska to je rozdíl mezi blízkým a dalekým bodem, jak lze vidět na vzorcích níže. Daleký bod je bod na optické ose, který se v oku bez akomodace ostře zobrazí na sítnici. Blízký bod je bod na optické ose, který se ostře zobrazí na sítnici při maximální akomodaci. Rozmezí těchto dvou bodů označujeme jako akomodační oblast a je to míra využitelnosti akomodace. [1, 2, 8]

Vzorec pro výpočet amplitudy akomodace: $AA = \frac{1}{a_r} - \frac{1}{a_p}$, pro emetropy platí: $AA = \left| \frac{1}{a_p} \right|$

AA ... amplituda akomodace (v dioptriích)

a_p ... vzdálenost blízkého bodu od oka (v metrech)

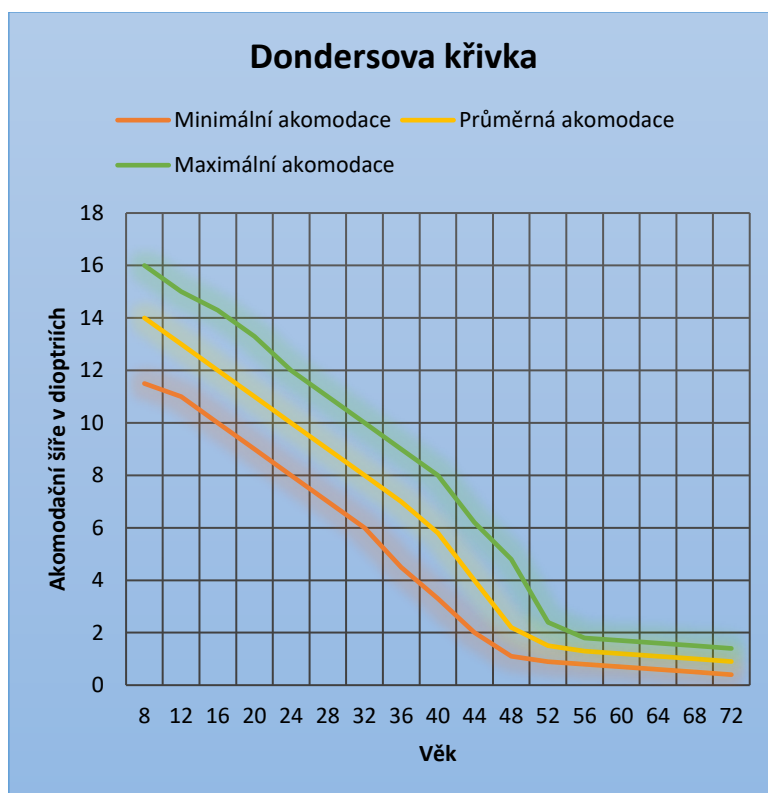
a_r ... vzdálenost dalekého bodu od oka (v metrech)

Amplitudu akomodace neboli akomodační šíři určujeme jako rozdíl maximální dynamické refrakce a refrakce statické. Dynamická refrakce je lomivost s akomodačním přírůstkem. Statická refrakce je pak lomivost bez akomodace. Akomodační šíři vyšetřujeme převážně binokulárně. Monokulární je menší o 0,5 D. Směr pohledu oka může akomodační šíři ovlivnit. Při pohledu nahoru je nejmenší, když se díváme dolů tak je naopak největší. Jelikož

akomodační úsilí nelze rozložit, nemůžeme s ní vyrovnat anizometropii ani astigmatismus. [1, 2, 6]

Dondersova křivka znázorňuje průměrnou hodnotu akomodace s jejími krajními hodnotami pro různé věkové kategorie. Ukazuje nám pokles schopnosti akomodovat na blízko s přibývajícím věkem. Podrobné hodnoty lze vidět na grafu č. 1. [2]

Graf č. 1: Dondersova křivka [2]



1. 5 Pupilární reflexy

S akomodací je spojená také konvergence a zúžení zornic. Anomálie pupilárních reflexů mohou pomoci diagnostikovat binokulární potíže způsobené nervovými poruchami. Je nezbytné kontrolovat pupilární reflexy světlem, kdy pozorujeme přímý a nepřímý reflex, a při pohledu do blízka. Při přímé reakci pozorujeme oko, které je osvětlené, při nepřímé, pozorujeme oko druhé. Dále se zaměřujeme, jestli jsou velikosti pravé a levé zornice souměrné a zda nemají abnormální velikost. [7]

Pupilární reflexy při pohledu do blízka, se vyšetřují při přeostrůvání z dálky na blízko. Aby se předmět pozorovaný v nekonečnu, v dálce, mohl zobrazit ve žluté skvrně musí být oční

osy paralelní. Při pohledu do blízka se pro vytvoření ostrého obrazu musí potlačit periferní části čočky, čehož docílíme zúžením zornic. [6, 7]

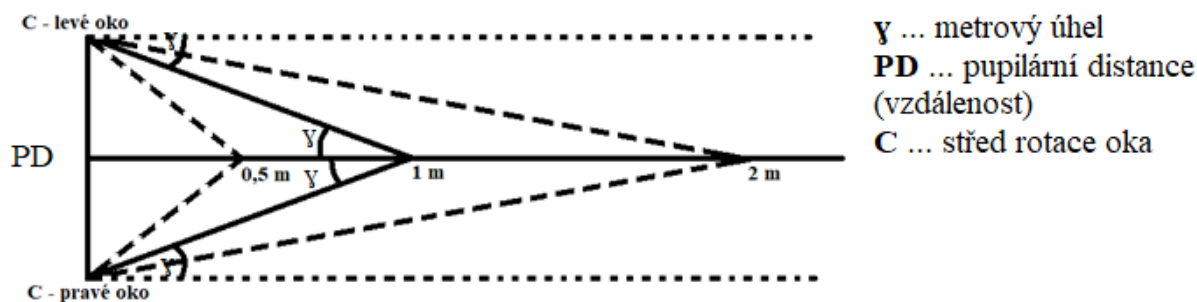
1. 6 Konvergence

Jak už bylo zmíněno v minulé podkapitole, s akomodací je úzce spojena také konvergence. Osy obou očí se při pohledu do blízka sbíhají tak, aby předmět dopadl na žlutou skvrnu obou očí. Konvergence může být symetrická, fixovaný předmět leží ve střední rovině, nebo asymetrická, kdy fixovaný předmět leží mimo střední rovinu. [2, 6]

Konvergenci můžeme dělit na volní, která je vyvolána volním úsilím, a reflexní, která se dále dělí na konvergenci tonickou, akomodační, fúzní a proximální. Konvergence tonická na základě impulzů z kůry mozkové udržuje klidové postavení očí. Akomodační, značená jako AC, je složka konvergence, kdy podnětem pro konvergenci je akomodace, vyvolaná optickým podnětem. Vztah mezi akomodací a akomodační konvergencí se vyjadřuje poměrem AC/A, který je za normálních podmínek $AC:A = 1:3$. Akomodační konvergenci doplňuje konvergence fúzní, která také upravuje osy vidění tak, aby byla fúze možná. Proximální je podmíněna vědomím blízkého bodu a projevuje se například při vyšetřování na přístrojích. [2, 6]

Jako u akomodace, i konvergence má svůj blízký bod. Je to nejbližší bod, na který jsou oči ještě schopny konvergovat a vidíme ho jednoduše. Obvykle bývá u dětí ve vzdálenosti 5 cm, u dospělých 8 cm. Větší vzdálenost může znamenat, že konvergence je snižena. Konvergence je na rozdíl od akomodace stálější a není závislá na věku. Rozmezí mezi blízkým a dalekým bodem nazýváme konvergenční oblastí a rozdíl těchto hodnot nám označuje konvergenční šíři. Pozitivní konvergence je ta část konvergence, kdy se oči sbíhají směrem dovnitř, negativní konvergence neboli divergence, je naopak rozbíhavý pohyb očí. [2, 6]

Na vztahu mezi akomodací a konvergencí je založená jednotka konvergence, tzv. metrový úhel (viz obrázek č. 3). To je takový úhel, který spolu svírají obě oči při fixaci předmětu vzdáleného jeden metr. Při pupilární vzdálenosti 60 mm je tento úhel roven 2° . Pokud je předmět vzdálen 2 m úhel je pak poloviční, jestliže je naopak blíže, 0,5 m, bude úhel dvojnásobný. Při strabismu dítě konverguje více metrových úhlů, než je odpovídající dioptrická hodnota akomodace a bývá porušen také AC/A poměr. [2, 6]



Obrázek č. 3: Metrový úhel

Stejně jako akomodace má i konvergence své poruchy, které dělíme do čtyř skupin. Patří tam konvergence nedostatečná, nadměrná a divergence nedostatečná a nadměrná. Nedostatečná konvergence je charakterizována exoforií, neboli skrytým divergentním šilháním, do blízka a ortoforií do dálky. Projeví se také selháním vtahu akomodace avergence. Konvergence nadměrná se vyznačuje opět ortoforií do dálky, do blízka ale zřejmou esoforií, skrytým konvergenčním šilháním. Nalezneme ji nejčastěji u nekorigovaných hypermetropů a překorigovaných myopů. Do blízka ji lze zmírnit spojkami. Nedostatečná divergence se dělí na primární a sekundární. U primární je značná esoforie do dálky a menší do blízka, kdy při nedostatečné fúzní divergenci může být pacient bez obtíží s dobrým viděním. U sekundární je esoforie do blízka větší než do dálky a pacient potřebuje fúzní divergenci do dálky i do blízka, čehož není schopen. Divergence nadměrná má značnou exoforii do dálky a obdobnou nebo menší do blízka. Pohodlné vidění je závislé na amplitudě fúzní konvergence, tedy rozsahu konvergence pro udržení fúze. Znalost konvergenčních anomálií může být podstatná při diagnostice a léčbě anomálií akomodačních. [2, 8]

2. Poruchy akomodace

Poruchy akomodace jsou dány fyziologickými změnami, stárnutím, či patologickými stavy. Patří sem presbyopie, která se vyznačuje právě fyziologickými změnami a stárnutím. Patologické poruchy se projevují náhle, mohou být pozorovány změny v šířce zornic, ovlivňují kvalitu binokulárního vidění a vergenčního systému. Rizikem výskytu poruch je zvýšené akomodační úsilí při dlouhé práci do blízka, adaptace akomodace, pomalá akomodace, systémové choroby či léky. Mezi další poruchy patří akomodační exces/ spasmus akomodace, insuficience, ochablá akomodace, akomodační nesnadnost a obrna akomodace. [2, 8]

2. 1 Presbyopie

Je dána fyziologickým úbytkem akomodace. Stárnutím čočky se snižuje její elasticita a plasticita, později ubývá akceschopnost ciliárního svalu, což vede k poklesu akomodační šíře. Důsledkem toho je posun blízkého bodu dál od oka. Snížení elasticity je vyvoláno zvýšeným počtem bisulfitových vazeb v pouzdře. Stálý růst čočky, který způsobuje snížení účinnosti jejího pouzdra, je dalším faktorem ovlivňujícím snížení akomodační schopnosti. Růstem čočky se také posouvá dopředu zonulární závěs, což sníží jeho účinek. Počet zonulárních vláken je s přibývajícím věkem menší. Zbytnění ciliárního svalu v průběhu života omezuje jeho pohyb dopředu a dozadu. [2, 6]

Tento fyziologický stav začíná již ve 40. roce života, a je často doprovázen únavou či bolestí očí při dlouhodobé práci do blízka způsobeno nadměrným akomodačním úsilím. Projevuje se rozostřeným viděním na běžnou pracovní vzdálenost, čtecí vzdálenost se tak prodlužuje. Nemožnost zaostřit se projevuje zejména při špatném osvětlení. [2, 6]

Presbyopie se dříve vyskytuje u hypermetropů, kteří mají menší akomodační šíři. Je ovlivněna nejen refrakční vadou, ale i denní teplotou, které je oko vystaveno. Neostré vidění do blízka, lze předčít maximálním akomodačním úsilím a oční nepohodou. Takto zvýšené akomodační úsilí, však může vést k další akomodačním potížím jako je akomodační spasmus či pseudomyopie. Počáteční presbyopie může vyústit v konvergenční exces, kvůli nadměrnému úsilí ciliárních svalů potřebné k vytvoření přiměřené akomodaci. Kvůli excesivní akomodační konvergenci se může objevit také diplopie. [6]

Presbyopii vysvětlují dvě teorie. Helmholtz-Hess-Gullstrandova teorie přikládá ztrátu akomodační schopnosti biomechanickým změnám v čočce a jejím pouzdře, což platí pro většinu mladých presbyopů. Donderse- Duan-Finchahamova teorie ji připisuje nedostatečnosti ciliárního svalu, to platí pro starší presbyopy s malou akomodační šíří. [6]

Řešení presbyopie spočívá ve vhodné korekci do blízka, kdy se snažíme posílit refrakční soustavu tak, abychom při pohledu do blízka zachovali jednu třetinu akomodační šíře, jako akomodační rezervu. Určujeme takzvanou adici, což je rozdíl korekce do dálky a korekce do blízka. Pro stanovení adice je důležitá správná korekce do dálky. Lze ji určit například podle teoretického výpočtu dle amplitudy akomodace, vzorec je uveden níže, nebo tabulkou na různé vzdálenosti (viz tabulka č. 1.), hodnoty jsou ovšem pouze orientační a musíme je upravit pro různou pracovní vzdálenost. Pro delší pracovní vzdálenost adici snižujeme pro kratší ji zesilujeme. [2, 6, 8]

Vzorec pro výpočet adice dle amplitudy akomodace: $add = \left| \frac{1}{a} \right| - \frac{2}{3} AA_{brýle}$

add ... adice (v dioptriích)

a ... pracovní vzdálenost (v metrech)

$AA_{brýle}$... amplituda akomodace s korekcí do dálky (v dioptriích)

Tabulka č. 1: Odhad adice. [8]

VĚK	ADICE	
	PRO VZDÁLENOST 33 cm	PRO VZDÁLENOST 40 cm
45 let	+ 1, 25 D	+ 0, 75 D
50 let	+ 1, 75 D	+ 1, 25 D
55 let	+ 2, 25 D	+ 1, 75 D
60 a více let	+ 2, 50 D	+ 2, 00 D

Korekce je individuální. Z pravidla předepisujeme nejslabší spojnou čočku, která zabezpečí ostré a pohodlné vidění, kvůli správnému poměru akomodace a konvergence. Kataraktou se adice může snižovat. Měříme ji binokulárně, jen v ojedinělých případech jako je například nestejná akomodační šíře, diplopie či monocusus ji můžeme měřit monokulárně. [2, 6, 8]

Presbyopie se dá řešit i chirurgicky implantací multifokálních a akomodačních nitroočních čoček nebo Surgical Reversal of Presbyopia (SRP), zákrokem, kde se na povrch

skléry nad řasnaté tělísko vkládá sklerální expanzní pruh, tím se oddálí řasnaté tělísko od ekvátoru čočky, což znovu umožní akomodaci. [6, 7]

2. 2 Exces/spasmus akomodace

Je to stav, vyznačující spasmem ciliárního svalu. Může nastat jako funkční porucha nebo iatrogeně léčbou mladých pacientů miotiky. Vzniká u nekorigovaných či podkorigovaných hypermetropů nebo presbyopů. Hodnota refrakce se může pohybovat až kolem -10 dioptrií. [1, 6, 8, 9, 10]

Další příčinou vzniku spasmu může být intoxikace, fokální infekce, iridocyklitidy nebo některé léky, hlavně u neurotiků. Funkční akomodační spasmus je následkem zvýšené dráždivosti akomodačního centra, což způsobí astenopické problémy, jako bolesti hlavy v čele, bolesti očí, zvýšenou citlivost na světlo, diplopii a potíže při práci na krátkou vzdálenost. Zřídka může být spasmus z organických příčin. Ten je způsoben poruchami v oblasti okulomotorických jader a na mozkové bázi. U dětí může být vyvolán nadměrnou akomodací při čtení z velmi blízké vzdálenosti, či z psychických příčin a projevuje se náhle vzniklou nebo nestabilní myopií. [1, 6, 8, 9]

Vzácně u něj může vznikat vysoká pseudomyopie. Spasmus se může vyznačovat makropsií. K zaostření blízkých předmětů nemusíme vynaložit velké akomodační úsilí, respektive žádné, proto se nám předměty mohou zdát větší, než ve skutečnosti jsou. Objevit se může i exces konvergence či mióza. [6, 10]

Diagnostika se dělá podle prezentovaných příznaků či refrakčními testy, včetně vyšetření amplitudy akomodace. Tyto testy budou popsány ve čtvrté kapitole. Rozlišovací diagnóza může vyloučit latentní hypermetropii. Ta je v dětství často spojená s akomodační esotropií a akomodačním zúžení zornice. Exces akomodace lze určit na základě výsledků testů dynamické retinoskopie. Vyznačuje se zejména pomalými reakcemi na spojné čočky při předkládání flipperu, monokulárně nebo binokulárně, nízkými hodnotami negativní relativní akomodace (NRA) či silnou akomodační odezvou (metoda monokulárního odhadu – MEM <0 D). [1, 8, 9]

Základem je stanovení správné korekce, zrakový trénink. Tuto poruchu lze řešit kontrolou celkového zdravotního stavu či atropinizační terapií podobu jednoho i více týdnů. Cykloplegika se mohou podávat také při vrácení akomodačního spasmu. Příkladem jsou iatrogení spasmy, které se právě po přerušení léčby cykloplegiky vrátit můžou. Pro pacienty

se spasmem s funkční příčinou je prognóza většinou velmi dobrá. Spasmus z organických příčin vyžaduje léčbu na základě poruchy, ale po zahájení léčby je prognóza obvykle také dobrá. [1, 8, 9]

2. 3 Insuficience akomodace

Tato porucha se může projevit u pacientů před 40. rokem života. Vzniká patologickými změnami čočky nebo nedostatečnou kontrakcí ciliárního svalu. Lentikulární původ je stálý, pozvolna vznikající stav, zatím co insuficience způsobená nedostatečností ciliárního svalu je stav měnivý a vzniká obvykle náhle. Organický původ může být při určování diagnózy vyloučen. [2, 6, 9, 10]

Faktory ovlivňující vznik akomodační nedostatečnosti jsou neurastenické projevy se únavou a emocionální příznaky z důsledku přepracování, toxické stavy způsobené infekčními poruchami, například tuberkulózou, chřipkou, endokrinní poruchy, anémie, ateroskleróza, může být důsledkem celkové medikace. Příčinou mohou být i poruchy svalové rovnováhy a špatná korekce refrakce. [6, 9, 11, 12]

Vzniká hlavně u myopů a emetropů. Neúčinné akomodační úsilí má za následek exces konvergence, což znamená, že konvergence je větší, než odpovídá danému stupni akomodace. Dojde tedy k poruše souhry konvergence a akomodace. Projevuje se zejména obtížemi při práci do blízka, hlavně za špatných podmínek, jako je například snížené osvětlení, klimatizované prostory, a to může způsobit astenopické potíže jako je bolest hlavy, oční námaha (pocit tlaku), rozmazané vidění. Vyznačuje se nízkou amplitudou akomodace, klesajícím pozitivní relativní akomodací (PRA), slabou akomodační odezvou ($MEM > +1D$), slabou reakcí na rozptylné čočky flipperu monokulárně i binokulárně a nedostatečnou akomodační schopností. [2, 6, 8, 9, 10]

Terapie spočívá ve správné korekci, pokud obtíže přetrvávají je vhodný zrakový trénink, který spočívá například v opakovaném přibližování a oddalování čtecí tabulky. V těžších případech jde insuficienci řešit korekcí do blízka, zejména při nadměrné konvergenci. Někdy je ovšem nezbytná korekce excesu konvergence prizmaty [2, 6, 10]

2. 4 Ochablá akomodace

Je často zvažována jako zvláštní případ akomodační insuficience. Příčinou může být akomodační adaptace nebo pomalá akomodace. Mezi symptomy patří rozmazané vidění do blízka, nekomfortní a namáhavá práce do blízka a s tím související únava, obtížnosti s udržením pozornosti při čtení. Důsledkem toho je snížená amplituda akomodace, která vzniká ve spojitosti s únavou, nedostatečná akomodace a akomodační snadnost, klesající pozitivní relativní akomodace, špatné reakce na rozptylné čočky flipperu při monokulárním i binokulárním měření facility, vysoká akomodační odezva (vysoké hodnoty MEM). Únava nastává kvůli opakované akomodační stimulaci. Řešením je správné stanovení refrakce, adice do blízka nebo zrakový trénink. [8, 9, 11, 14]

2. 5 Akomodační nesnadnost

Je to stav, kdy pacient trpí obtížemi při změnách přestřování. Nastává, když je akomodační systém pomalý v provádění změn, nebo když se projeví značné zpoždění mezi stimulem akomodace a její odpovědí. Vyznačuje se oční námahou, přechodným rozmazáním blízkých předmětů, rozostřeným viděním do dálky po práci na blízko, bolestmi hlavy obtížemi při čtení, únavou a ospalostí, pocitem tlaku kolem očí. Často je považována za prekursor myopie. Může být ovlivněna například Diabetes Mellitus, Gravesova choroba nebo některé léky. [9, 11, 13, 15]

Při diagnostice se projeví nízkými hodnotami akomodační snadnosti při monokulárním i binokulárním měření. U akomodační nesnadnosti není odlišnost mezi rychlostmi reakcí na spojné a rozptylné čočky flipperu tak velká, jako u akomodačního excessu a insuficience. Vyznačuje se slabými reakcemi jak na minusovou stranu flipperu tak na plusovou, monokulárně i binokulárně. Amplituda akomodace je v normě, ovšem i přes to je schopnost pacienta využít této amplitudy po dlouhou dobu nemožná. Rozdíl mezi amplitudou a akomodační snadností je stejný jako u binokulárních anomálií. Negativní i pozitivní relativní akomodace je nízká, akomodační odezva je většinou v normě. Základem je korekce ametropie, i malá korekce vady může být významná a může způsobit okamžitou úlevu. Dalším řešením je zrakový trénink zaměřený na zlepšení facility. [8, 9, 11, 13]

2. 6 Obrna akomodace

Je to vzácný stav, kdy akomodační systém nereaguje na žádný podnět. Jedná se o naprosté vyřazení akomodace. Vyznačuje se zhoršeným, rozmazaným viděním do blízka, u hypermetropů i do dálky. Jelikož parasymptická vlákna zásobují nejen ciliární sval, ale inervují také svěrač zornice, proto obrna bývá často spojena s mydriázou, kdy je tento sval uvolněn. Tento stav může být jednostranný i bilaterální. Starší nemocní pacienti nebo pacienti s myopií tuto poruchu ani nemusí zaznamenat. Paralýza bývá často doprovázená mikropsií. Vytvoření ostrého obrazu je náročné i při velkém akomodačním úsilí. Proto se nám zdají pozorované předměty blíže, než ve skutečnosti jsou. [2, 6, 10, 11]

Může vznikat ze tří příčin. Iatrogenní obrna je způsobena parasymptickými činidly jako je atropin, či jiná cykloplegika, cyklopentolát skopolaminu, homotropika a tropikamidy. Periferní příčina spočívá v okulomotorické paralýze, lézi ciliárního gangliomu nebo ciliárního svalu, poruše inervace. Systémová příčina je způsobená různým onemocněním jako je například chřipka, Diabetes Mellitus, chronický alkoholismus, meningitida, mozková mrtvice, roztroušená skleróza, syfilis, otravou olovem, nádory, infekcemi či traumatem centrální nervové soustavy nebo záškrtem, kdy vzniká paralýza náhle několik týdnů po začátku nemoci.

Po-záškrtová akomodační paralýza je přechodná. Je to toxická reakce, vyskytuje se bez pupilární dysfunkce a trvá přibližně čtyři týdny po infekci. Občas je spojena s obrnou měkké pleny mozkové a poškozením motorických funkcí dolních končetin. Akomodační paralýza při botulismu je taky toxická. Ovlivňuje pupilu, vzniká mydriáza což je také prvním symptomem botulismu a může přetrvat týdny až měsíce. To je spojeno s poruchou řeči, polykání a dysfunkcí očních svalů doprovázeno dvojitým viděním. Tonická pupilární kontrakce je spojena s tonickou akomodací. Klinická příčina tonické pupilární kontrakce je chronická a následkem je nevratná ztráta akomodace. [1, 2, 5, 6, 8, 11]

Diagnostika je založena na měření akomodační šíře. Vyšetřující by se měl zaměřit na oční a obecné příznaky. Řešení spočívá v léčbě základního onemocnění, při dlouhodobých potížích se předepisuje adice do blízka. Vhodné je ponechat oči v klidu, dráždit ciliární sval elektrinou nebo eserinem je velmi nebezpečné, proto se nedoporučuje. Eserin je jedovatá látka ochraňující centrální nervovou soustavu, jako agonista atropinu se využívá pro zúžení zornice po mydriáze. Paralytickou mydriázu lze řešit stenopeickou kontaktní čočkou nebo plastikou duhovky. Toxické akomodační paralýzy jsou reverzibilní, jakmile je základní onemocnění pod kontrolou. [1, 6, 10, 11, 16]

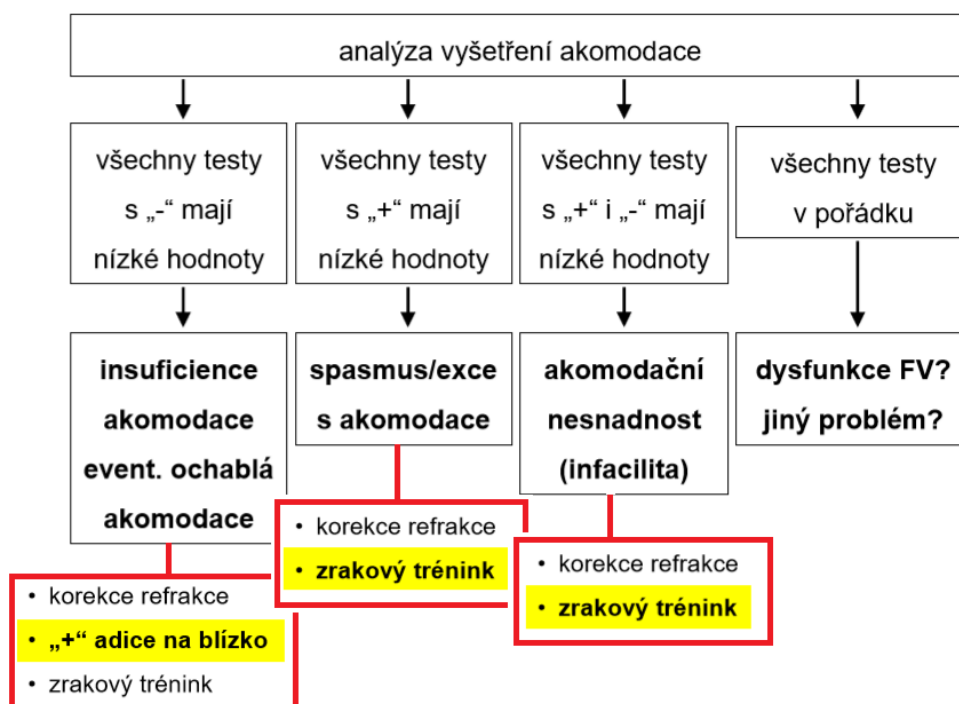
3. Typy testů, základní vyšetřovací metody

Tato kapitola se bude zabývat základními testy a vyšetřovacími metodami důležitými pro diagnostiku akomodačních poruch. Při vyšetřování se akomodace stimuluje u testů kdy předkládáme rozptylky nebo naopak uvolňuje předkládáním spojek. Testy dělíme na přímé, kam řadíme amplitudu akomodace a monokulární akomodační snadnost (MAF) a nepřímé, jako negativní a pozitivní relativní akomodace (NRA a PRA), binokulární akomodační snadnost (BAF) a akomodační odezva. Pro zhodnocení akomodace můžeme vyšetřit také AC/A poměr. Kvůli spojitosti akomodace s konvergencí, zde budou zmíněny i další testy, které jsou určeny také pro vyšetřenívergence, jako například fúzní rezervy. [8]

Interpretace výsledků vybraných vyšetřovacích metod pro určité akomodační poruchy jsou sepsány v tabulce č. 2. Souhrnná analýza vyšetření akomodace s abnormálními hodnotami a možnostmi řešení konkrétních poruch je zobrazena na obrázku č. 4.

Tabulka č. 2: Tabulka příznaků akomodačních poruch [8]

Porucha	AC/A	PFV, NFV	AA	BAF, MAF	NRA, PRA	MEM
Insuficience akomodace	V normě	Může být malá PFV do blízka	Nízká	Selže při „-“	PRA malá	Vysoká hodnota (slabá odezva)
Ochablost akomodace	V normě	Může být malá PFV do blízka	Nízká	Selže při „-“	PRA malá	Vysoká hodnota (slabá odezva)
Exces akomodace	V normě	Může být malá PFV do blízka	V normě	Selže při „+“	NRA malá	Nízká hodnota (silná odezva)
Akomodační nesnadnost	V normě	Může být malá PFV i NFV do blízka	V normě	Selže při „+/-“	PRA i NRA malá	V normě



Obrázek č. 4: Analýza vyšetření akomodace [8]

3. 1 Amplituda akomodace

Amplituda akomodace je měřítkem celého akomodačního rozsahu od dalekého bodu, kdy je akomodace úplně uvolněná, až k blízkému bodu s maximálním využitím akomodace. Vyšetřujeme tedy maximální míru akomodace, kterou můžeme využít. Většinou je určována push-up testem, testováním blízkého bodu akomodace nebo metodou rozptylky. Amplituda akomodace se vyšetřuje s korekcí, u presbyopů s adicí například +1,00 dioptrie, kterou v konečném výsledku odečteme, u dětí s adicí například -3,00 dioptrie, které také ve finální amplitudě akomodace odečteme, a to monokulárně i binokulárně. Pro vyhodnocení se využívá už zmíněný vzorec pro amplitudu akomodace $AA = A_R - A_P$ (v dioptriích), kde A_R je vergence dalekého bodu a A_P je vergence bodu blízkého. Pokud je daleký bod v nekonečnu, příkladem je emetrop, amplituda akomodace se rovná absolutní hodnotě vergence blízkého bodu. [8, 9, 17]

Push-up/ push-down test je jednoduchý a k jeho vyšetření stačí čtecí tabulka a pravítko, využít můžeme také například akomodační pravítko, na kterém je přímo umístěn optotyp, který lze posouvat. Před začátkem vyšetření vysvětlíme pacientovi test. Vyšetřující sedí před vyšetřovaným, ale zároveň mu nepřekáží v pohledu na text. Důležité jsou také dobré světelné podmínky vyšetřovací místnosti, světlo by nemělo dělat stíny na vyšetřovací tabulce. Testovat

se obvykle začíná monokulárně, pravé a levé oko zvlášť, kdy nevyšetřované oko je zakryto, poté amplitudu měříme binokulárně. Pacient sleduje na čtecí tabulce řádek o vízu 1,0 nebo nejmenší, který přečte ze vzdálenosti 40 cm. Test spočívá v přibližování textu co nejblíže k pacientovým očím (push-up), dokud se mu text nerozmaže a není nadále schopen ho svým akomodačním úsilím zaostřit. Vzdálenost od kořenu nosu, u ametropů od brýlí k tabulce si zapíšeme a vypočteme hodnotu amplitudy. Poté si pacient přiblíží text mírně před bod rozmazání a postupně tabulku posouvá dopředu, dokud text neuvidí opět ostře (push-down). Vzdálenost od kořene nosu, u ametropů od brýlí k bodu zaostření opět zapíšeme a vypočteme amplitudu. [8, 9, 17, 18]

Amplituda akomodace je vyhodnocena pomocí dioptrických průměrů těchto dvou amplitud. Jestliže jsme před vyšetřením dali pacientovi adici, musíme jí z konečného průměru odečíst. Například, pokud jsme dali adici +1 D a naměřili jsme amplitudu 4,5 dioptrií, výsledná amplituda akomodace bude 3,50 dioptrie. Při adici -3 D a naměřené amplitudě 7,50 dioptrie by výsledná amplituda akomodace byla 10,50 dioptrie. Když se hodnoty amplitud významně liší s normálovými hodnotami (viz tabulka č. 3), měření opakujeme. U mladých dospělých rozdíl menší než 1,50 dioptrií mezi vyšetřovanými a normálovými hodnotami nejsou obvykle klinicky významné. [17]

Tabulka č. 3: Normálové hodnoty amplitudy akomodace [8]

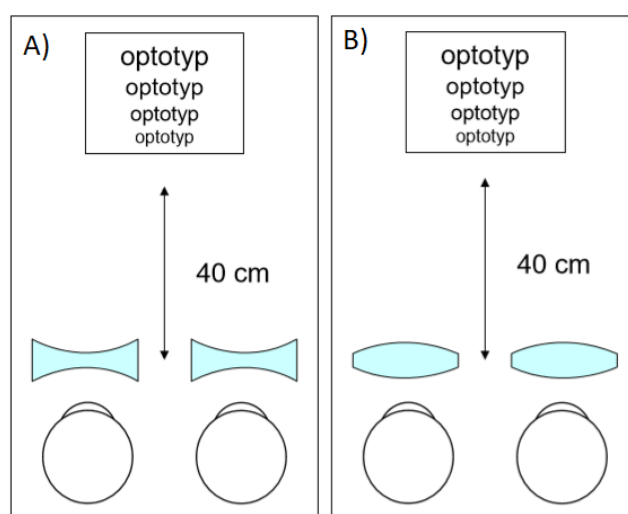
Věk (roky)	AA/D		
	Push-up	Push-down	Metoda rozptylky (Sheard's technique)
10	14	11	-
15	12	10,5	11,00
20	10	9,5	9,00
25	8,5	8,5	7,50
30	7	7,5	6,50
35	5,5	6,5	5,00
40	4,5	5,5	3,75
45	3,5	3,5	-
50	2,5	-	-
55	1,75	-	-

Pokud jsou výsledky měření nižší, než je normálová hodnota, odkazuje to na nedostatečnou akomodaci neboli insuficienci akomodace. Výsledky binokulárního měření amplitudy jsou obvykle trochu vyšší než monokulárního, kvůli spojitosti konvergence a akomodace. Normálové výsledky při vyšetření amplitudy akomodace ovšem nemusí vždy znamenat, že je akomodační systém úplně v pořádku, proto je nutné pro vyšetření akomodačních poruch zahrnout další vyšetření akomodace. [17]

Běžnou alternativou testu push-up/push-down je metoda rozptylky (Sheard's technique). Tato metoda využívá sílu vzrůstajícího počtu rozptylek, dokud vidění do dálky není rozmazané. Pro měření je nejlepší využívat foropter. Metoda rozptylky je méně přesná a klinicky nepříliš významná. [17]

3. 2 Relativní akomodace

Relativní akomodace udává, o kolik můžeme snížit, nebo naopak zvýšit akomodaci, když konvergujeme na určitou vzdálenost, přičemž ostré jednoduché binokulární vidění není narušeno. Testování relativní akomodace spočívá v postupném binokulárním zvyšování dioptrických čoček o 0,25 dioptrie, dokud pacient zaznamená první rozmazání, které už není schopen zaostřit. Když předkládáme spojky, akomodaci uvolňujeme (viz obrázek č. 5: B) a měříme takzvanou negativní relativní akomodace (NRA). Pokud pracujeme naopak s rozptylkami, akomodaci navozujeme (viz obrázek č. 5: A) a měříme tak pozitivní relativní akomodaci (PRA). [8, 9]



Obrázek č 5: A) akomodaci navozujeme – PRA, B) akomodaci uvolňujeme – NRA [8]

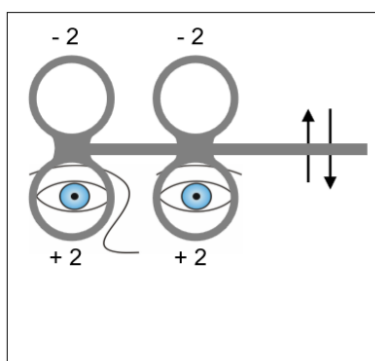
Vyšetřuje se binokulárně na vzdálenost 40 cm, optotyp (čtecí tabulku) o vísu 1,0 nebo nejmenší řádek, který pacient přečte ostře. Akomodace je navozována, či uvolňována zkušebními čočkami, dokud se obraz nerozmaže (bod rozmazání), případně kontrolujeme, zda dojde k diplopii. Normálové hodnoty PRA a NRA můžete nalézt v tabulce č. 4. [8]

Tabulka č. 4: Normálové hodnoty pozitivní a negativní relativní akomodace [8]

	PRA	NRA
Průměrná hodnota	=2,37 D	+2,00 D
Rozsah hodnot	=1,75 D až = 3,00 D	+1,75 D až +2,25D
Interpretace		< 1,75 D: limitovaná PRA nebo překorigování do plusových dioptrií > 2,5 D: zkontrolovat korekci

3. 3 Akomodační snadnost

Akomodační snadnost je schopnost vyšetřujícího pružně, přesně a rychle reagovat na změny akomodačního požadavku. Vyšetření se provádí monokulárně (MAF) i binokulárně (BAF), na optotypu (čtecí tabulce) ve vzdálenosti 40 cm pomocí sférických flipperů s hodnotami +2,00 D a -2,00 D (viz obrázek č. 6). Důležitá je správná korekce, u presbyopů se akomodační snadnost neměří. [8, 17]



Obrázek č. 6: Fliper ±2, 00 D

Při testování monokulární akomodační snadnosti, je nevyšetřované oko zakryto. Ve vyšetřovací místnosti musí být vhodné světelné podmínky. Vyšetření začínáme interpretací testu pacientovi. Vyšetřovaný drží čtecí tabulku ve vzdálenosti 40 cm a sleduje řádek o jedno

výš než ten, který přečte binokulárně ostře. Vyšetřující drží flipper před očima vyšetřovaného a vymění dioptrie pokaždé, co pacient uvidí text ostře. Začínáme stranou flipperu s hodnotou +2,00 dioptrie. Měření probíhá 60 sekund a během této doby počítáme cykly za minutu (cpm), kdy jeden cyklus je výměna obou hodnot flipperu. Vyšetření zopakujeme pro druhé oko, poté binokulárně a hodnoty měření zaznamenáme, normálové hodnoty jsou napsané v tabulce č. 5. Při měření si vyšetřující musí dávat pozor na to, aby flipper nevyměnil dřív, než vyšetřovaný vidí optotyp ostře. Pokud jsou hodnoty nízké, může se jednat o akomodační nesnadnost. Selhávají-li testy u rozptylných čoček, může to poukazovat na akomodační insuficienci a ochablost, pokud naopak selhávají testy u spojných čoček, jde o exces/spasmus akomodace. Výhodou tohoto testu je minimální množství vyšetřovacího vybavení. [8, 17]

Tabulka č. 5: Normálové hodnoty akomodační snadnosti [8]

	MAF	BAF
Normálová hodnota	11 cpm	8 cpm
Kritická hodnota	5 cpm	2,5 cpm

3. 4 Akomodační odezva

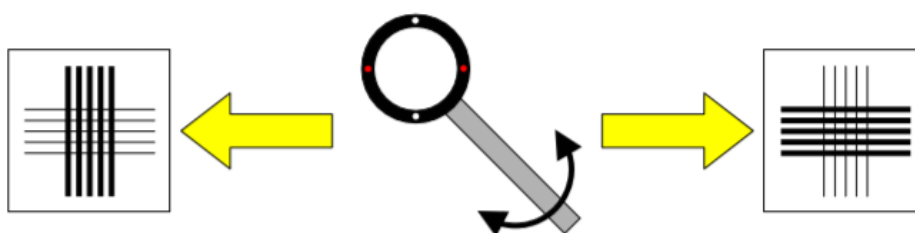
Akomodační odezva je reakce oka na stimul. Při měření hodnotíme, zda akomodace mírně zaostává nebo je naopak mírně větší. Pro vyšetření akomodační odezvy se využívá metoda monokulárního odhadu (MEM – monocular estimation method), což je metoda objektivní, nebo například subjektivní metoda zkřížených cylindrů. Vyšetřujeme s korekcí na vzdálenost 40 cm, u presbyopů s adicí do blízka. [8, 17]

Metoda MEM se provádí pomocí dynamické retinoskopie, při zapojení akomodace. K tomuto vyšetření potřebujeme skiaskop a optotyp. Měření probíhá při nejmenším osvětlení, při kterém pacient ještě dokáže vidět optotyp ostře. Vyšetřovaný fixuje písmena na optotypu, který je v rovině skiaskopu. Z pravidla začínáme měřit pravé oko a nevyšetřované oko ovšem není zakryto. Skiaskopujeme obvyklým způsobem, pás skiaskopu je vertikální. Hlavním úkolem je neutralizovat reflex, což provádíme předkládáním čoček. Aby byl reflex neutralizován manipulace s čočkami musí být rychlá, 0,50 sekundy a méně. Hodnotu čočky, která poskytla neutralitu zaznamenáme a opakujeme měření na druhém oku. Normálové výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 6. [8, 17]

Tabulka č. 6: Interpretace výsledků testování akomodační odezvy na vzdálenost 40 cm [8]

Naměřené hodnoty	Interpretace	Akomodační porucha
+0,50 D (+0,25 až +0,75 D)	Normálové hodnoty	
$\geq +1,00$ D	Ne(do)korigovaná presbyopie nebo hypermetropie	Akomodační insuficience/neschopnost (infacilita)
$\leq 0,00$ D	Latentní hypermetropie, pseudomyopie	Spasmus/exces akomodace

Metoda zkřížených cylindrů může být prováděna monokulárně i binokulárně, kdy předložíme cylindry před obě oči. Vyšetřujeme opět při tlumeném osvětlení. Vyšetřovaný sleduje optotyp, který je znázorněn na obrázku č. 7, se zamlžením +1,00 dioptrie. Předkládáme Jacksonův zkřížený cylindr v osách 0° a 90° , linie na optotypu jsou výraznější ve vertikálním nebo horizontálním směru. Postupně odmlžujeme, dokud ostrost linií na optotypu nebude stejná, popřípadě do prvního otočení. Metoda zkřížených cylindrů poskytuje méně kolísavé výsledky než MEM. Možné výsledné hodnoty jsou interpretovány v tabulce č. 6. [8, 9]



Obrázek č. 7: Vyšetřování metodou zkřížených cylindrů [8]

3. 5 Vyšetřování AC/A

Spojení akomodace a vergence umožňuje vytvořit čisté, stabilní binokulární vidění. AC/A je poměr akomodační kovregence a akomodace a udává, jak silný konvergenční podnět v prizmatických dioptriích (pD), je vytvořen danou akomodací. Hodnoty AC/A poměru jsou důležité pro vyšetření binokulárních zrakových problémů. Tento poměr zůstává během života poměrně konstantní až do presbyopického věku, poté jsou hodnoty nižší. Měřit ho lze gradientní metodou, získáme tak gradientní AC/A poměr, nebo metodou výpočtu, pak se jedná o kalkulovaný AC/A poměr. [8, 17]

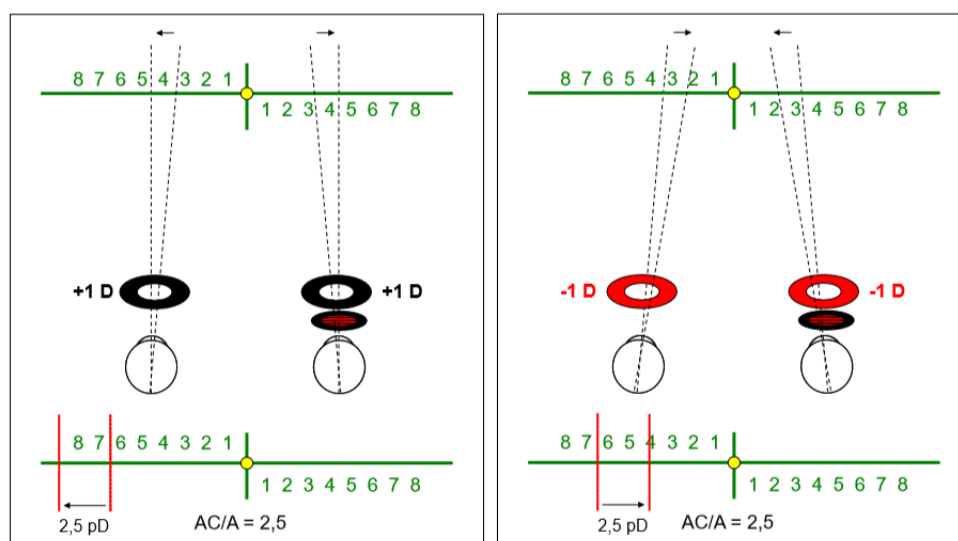
Gradientní metoda je metodou subjektivní. Měří se s plnou korekcí, obvykle na vzdálenost 40 cm, nejčastěji za použití Thoringtonově testu s užitím Moddova cylindru nebo

na Howellově testu s využitím zdvojení stupnice von Graefovým prizmatem. Měříme binokulárně předkládáním stejné sférické dioptrie před obě oči. Normálové hodnoty jsou poznačeny v tabulce č. 7. [8, 17]

Tabulka č. 7: Normálové hodnoty při vyšetření AC/A poměru [8]

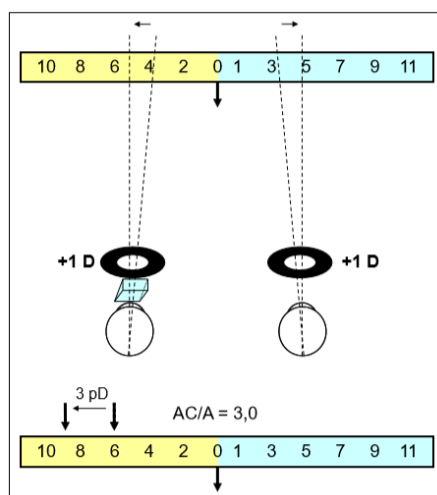
Gradientní AC/A poměr	2:1 pD/D až 3:1 pD/D
Kalkulovaný AC/A poměr	4:1 pD/D až 7:1 pD/D

Vyšetření na Thoringtnově testě můžete vidět na obrázku č. 8. Vyšetřovaný má před pravým okem Maddoxův cylindr tak, aby linie cylindru byly horizontální. Rozsvítíme světlo uprostřed stupnice, pacient by měl vidět vertikální linii, zaznamenáme, zda je linie vpravo nebo vlevo a jakým číslem prochází. Zároveň by měl pacient zaostřit na stupnici, kvůli kontrole akomodace. Poté předsadíme binokulárně čočky s hodnotou +1,00 D (můžeme předřadit také například -1,00 D, +2,00 D, -2,00 D), a zaznamenáme změnu polohy linie. Spočítáme posun mezi liniemi a zaznačíme podíl změny AC a hodnotu předřazené sféry, například $4:2 \text{ pD/D} = 2:1 \text{ pD/D}$. [8, 17]



Obrázek č. 8: Měření AC/A poměru na Thornigntnově testu [8]

Měření pomocí von Graefeho prizmatu, lze vidět na obrázku č. 9. Vyšetřující drží v ruce Howellův test, na kterém se díky prizmatu stupnice rozdvojí. Princip je stejný jako na předešlém testě, ovšem v tomto případě zaznamenáváme změnu polohy šipky v rámci stupnice po předložení dioptrické hodnoty. [8, 17]



Obrázek č. 9: Měření AC/A pomocí von Graefeho prizmatu [8]

3. 6 Pozitivní a negativní fúzní rezervy

Měření fúzních rezerv nám podává informace o rozsahu vergence. Kvůli spojitosti akomodace s konvergencím je toto vyšetření podstatné pro správnou diagnostiku akomodačních poruch. Fúzní rezervy dělíme na horizontální (HFV) a vertikální (VFV). Horizontální fúzní rezervy jsou pozitivní (PFR), jedná se o rezervu konvergence a negativní (NFV), tedy rezervu divergence. K vyšetření potřebujeme prizmatické lišty nebo foropter a optotypy. Tímto měřením zjišťujeme, jak velká změna vergence, oproti normálnímu stavu a při daném akomodačním požadavku musí být, abychom ještě udrželi jednoduché a ostré binokulární vidění. Pomocí předložení prizmatických čoček testujeme maximálně možnou konvergenci, divergenci, supravergenci a infravergenci, která byla jimi navozena. Vyšetřujeme binokulárně s korekcí, do dálky na vzdálenosti 6 m, do blízka na vzdálenost 40 cm, u presbyopů s adicí do blízka a za běžných světelných podmínek. [8, 17]

Nejdříve vyšetřující vysvětlí vyšetřovanému test. Postavíme se před pacienta tak, abychom mohli pozorovat reakci jeho očí, zda se oko nevychýlilo a nedošlo tak k supresi, a zároveň mu nepřekáželi při pozorování optotypu. Pro zajištění správné fixace a akomodace je lepší použít jen jeden znak na optotypu, který je poněkud větší, než je vízus horšího oka. Pacient sleduje znak, a vyšetřující pomocí prizmatických lišt, předložené plochou stranou k obličeji. Vyšetřujeme horizontální a vertikální fúzní rezervy nejprve do dálky a poté do blízka. [8, 17]

Začínáme horizontálními fúzními rezervami. Vyšetřovaný vyzve pacienta, aby se soustředil na znak na optotypu. Vyšetřujeme nejdřív fúzní rezervu, která je podstatná pro danou odchylku, pro exoforii pozitivní, pro esoforii zase negativní. Měření spočívá v předkládání

prizmatických lišt před vedoucí oko vyšetřovaného, z důvodu menší tendence suprese, při vyšetření pozitivní fúzní rezervy je lišta otočená bází ven (BO – base out), při negativních je lišta otočená bází dovnitř (BI – base in). Postupně zvyšujeme prizmatický účinek asi o 1 až 2 pD za sekundu a vyšetřovaný hlásí, kdy se mu znak rozmáže (bod rozmazání), u negativních fúzních rezerv do dálky k rozmazání nedochází, a rozdvojí (bod rozdvojení), poté prizmatický účinek zeslabuje, dokud se obraz znova nespojí (bod sjednocení) a následovně snížíme účinek na nulu. Nakonec se naměřené hodnoty zaznamenají, normálové hodnoty jsou sepsány v tabulce č. 7. [8, 17]

U vertikálních fúzních rezerv se postupuje obdobně. Využijí se lišty pro vertikální fúzní rezervy a změni se rychlost zvyšování a snižování prizmatického účinku a to na 0,5 až 1 pD za sekundu. Stejně jako u negativních fúzních rezerv do dálky k rozmazání nedochází, a tak značíme pouze rozdvojení a spojení. Hodnoty se opět zaznamenají a normální hodnoty jsou zaznamenány v tabulce č. 8. [8, 17]

Tabulka č. 8: Normální hodnoty horizontálních a vertikálních fúzních rezerv [8]

		PFR	NFR	VFR
Dálka	Rozmazání	12-16 pD	Nenastává	Nenastává
	Rozdvojení	18-22 pD	6-12 pD	2-4 pD
	Spojení	14-18 pD	4-8 pD	1-2 pD
Blízko	Rozmazání	20-28 pD	6-10 pD	Nenastává
	Rozdvojení	26-34 pD	12-18 pD	2-4 pD
	Spojení	20 pD	8-14 pD	1-2 pD

Slabé fúzní rezervy jsou podstatné pro danou heteroforii, PFR pro exoforii a NFR pro esofoirii. Obecně nízké hodnoty fúzních rezerv odkazují na zvýšené riziko vergenční nesnadnosti. Slabé výsledky pozitivních fúzních rezerv do blízka mohou být známkou akomodační poruchy. [8]

4. Možnosti řešení akomodačních poruch a kazuistiky

Potíže s akomodací mohou také vznikat například v důsledku různých systémových, ale i jiných onemocnění nebo užití některých léčiv. Proto je důležité první řešit příčinu. Dalším krokem je vyšetření refrakce. Správná korekce může vyřešit akomodační únavu, která může být zapříčiněna právě žádnou či špatnou korekcí. Následovně se zahájí zrakový trénink nebo v případě nedostatečné či ochablé akomodace můžeme upravit adici na blízko. Určení adice je již popsáno v podkapitole 2. 1, jedná se o nejmenší možnou adici, která odstraní potíže na danou vzdálenost. Tato kapitola se věnuje základním aspektům zrakového tréninku. [7, 8, 19]

4. 1 Zrakový trénink

Zrakový trénink je možností léčby akomodačních a vergenčních poruch. Pomáhá zmírnit astenopické problémy a zlepšuje výkonnost činností do blízka, jako je například čtení. Zrakový trénink zvyšuje vergenční šíři, relativní akomodaci a zlepšuje akomodační a vergenční odezvu. Základem je posílení motorické složky, tedy fúzí rezerv, relativní akomodace a konvergence a řešení senzorické adaptace odstraněním centrální suprese. Zrakovým tréninkem se primárně řeší heteroforie. Jelikož, jak bylo již několikrát zmiňováno, akomodace souvisí s vergencí a jejich správný poměr je důležitý pro léčbu akomodačních anomálií. Ideální je zaměřit trénink na akomodaci i vergenci, kde zapojujeme oba systémy, jedná se o testy Brock string, Push-up trénink a Near-far jump, u kterých se doporučuje dodržovat toto pořadí. V této podkapitole budou představeny i další základní akomodační a vergenční tréninkové procedury. [7, 8, 9]

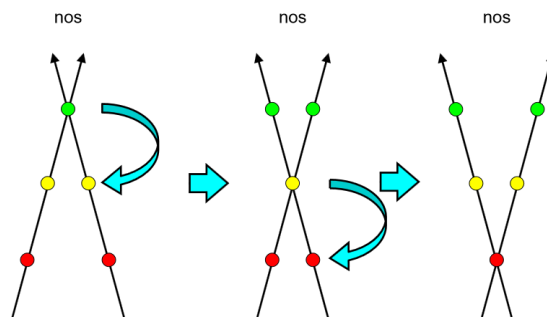
4. 1. 1 Brock string, Push-up trénink, Near-far ‘jump‘

Brock string test je jednoduchá, ale zároveň velmi užitečná a univerzální tréninková technika. Pacient drží před nosem šňůru, jejíž druhý konec je přivázán k objektu, například židli. Na šňůrce jsou navlečeny tři korálky různých barev (viz obrázek č. 10), které pacient střídavě fixuje. Vergenční snadnost je posílena při alternující fixaci mezi dvěma a více korálky. Výhodou tohoto testu je kontrola suprese. Při fixaci na korálek se šňůra může jevit překřížená

do písmena X, což odkazuje na fyziologickou diplopii. Sledujeme vjem šňůry do písmen V, X a A (viz obrázek č. 11). [8, 9]



Obrázek č. 10: Šňůra s barevnými korálky [8]



Obrázek č. 11: Rozdvojení do písmen V, X, A (z pohledu pacienta) [8]

Push-up trénink je běžnou technikou, která vede ke zlepšení konvergenčních funkcí a vergenční amplitudy. Pacient přibližuje objekt (například tužku) ze vzdálenosti asi 40-50 cm blíže k obličeji (k nosu), dokud se mu nerozdvojí. Poté se snaží udržet fúzi tak dlouho, jak je možné. Tento postup se opakuje víckrát, dokud je pacient schopen tužku přiblížit na optimální vzdálenost, aniž by došlo k diplopii. [7, 8]

Cvičení Near-far jump probíhá tak, že pacient přiblíží pozorovaný objekt, na kterém si všímá detailů, například obrázek, co nejbližší k nosu, aniž by se rozmazal nebo rozdvojl. Proband stále drží objekt v dané vzdálenosti, ale uvolňuje akomodaci a konvergenci pozorováním objektu (obrázku) v dálce, dokud ho neuvidí ostře a jednoduše. Poté pohlédne na obrázek, který drží před sebou, dokud ho opět nezaostří. Tento cyklus opakuje co nejrychleji po dobu asi 10 minut nejlépe dvakrát denně. [7]

4. 1. 2 Trénink vergenční a akomodační snadnosti

Pro trénink vergenční snadnosti se využívá prizmatický flipper, složený z horizontálních prizmat odlišných ve směru báze, jedná se o prizma s hodnotou 3pD BI a druhé o hodnotě 12 pD BO. Pacient sleduje optotyp ve vzdálenosti 40 cm (čtecí tabulku), dívá se na řádek, který je schopen vidět oběma očima ostře. Před okem se střídá prizma, pokaždé co pacient vidí řádek ostře a jednoduše. Stejně jako u měření akomodační snadnosti určujeme cyklus za minutu, zde je jeden cyklus výměna obou hodnot prizmat. Optimálně by mělo být dosaženo přibližně 20 cpm po dobu několika minut. [7, 8]

Trénink akomodační snadnosti je stejný jako její vyšetření, které je uvedeno v podkapitole 3. 3. Opět pacient před očima střídá hodnoty sférického fliperu ($\pm 2,00$ D) pokaždé co na čtecí tabulce uvidí text jednoduše a ostře. Toto cvičení je významné zejména pro posílení akomodace, je tedy řešením akomodační nedostatečnosti, nesnadnosti a únavy akomodace. Důležité je před cvičením stanovit cykloplegickou refrakci a vyloučit možné patologie. [8]

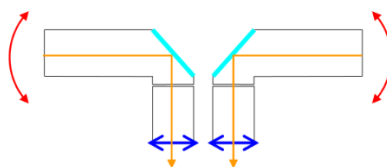
4. 1. 3 Haploskopické metody

Haploskopické metody slouží k posílení fúzních rezerv a relativní akomodace. Pro toto cvičení se užívají prizmata, stereoskopy či troposkop/synoptofor. [8]

Trénink pomocí prizmat využívá samostatná prizmata, prizmatické lišty či foropter a dostatečně malý optotyp. Pacient trénuje vergenci a akomodaci sledováním optotypu, při kterém se zvyšuje síla prizmat tak, aby došlo ke změně vergence proti směru požadované forie. Proband se snaží co nejdéle udržet jednoduché ostré vidění, poté co dojde k rozmazání a zdvojení (blur/break point), prizmatická síla se sníží a pacient se snaží co nejrychleji obnovit jednoduché a ostré binokulární vidění (recovery point). Tento trénink opakujeme 5 minut na vzdálenost do blízka i do dálky, podle individuálních potřeb. [7, 8]

Holmesův stereoskop se skládá ze dvou okulárů, ve kterých jsou čočky $+5$ D, mezi nimi je zástěna a na konci lišty jsou dva obrázky. Středů čoček jsou posunuty zevně a dochází tak k navození prizmatického účinku. Vzájemnou změnou vzdálenosti stereoobrázků se při dané akomodaci změní vergence. Naopak změna akomodace při dané vergenci je způsobena změnou vzdálenosti od okuláru. [7, 8, 20]

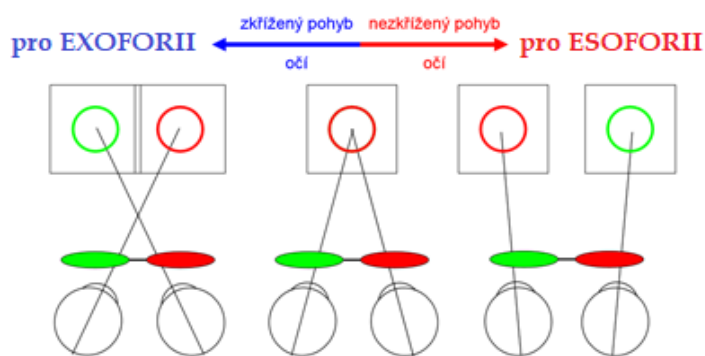
Synoptofor/ troposkop (viz obrázek č. 12) slouží ke cvičení fúzních rezerv. Jedná se o přístroj s vlastním zdrojem a dvěma tubusy složených z čočkového systému, polopropustného zrcátka, světelného zdroje a prostoru pro vkládání diagnostických snímků a opěrky brady a čela. Tubusy se pohybují horizontálně a vertikálně, vzájemná poloha tubusů se odečítá na stupnici, na které se zjišťuje odchylku ve stupních i prizmatických dioptriích. Každé oko se dívá samostatně na individuální snímek, dochází tedy k disociaci očí, jedná se o tzv. Haploskopický princip (každý obrázek je v samostatném tubusu). Změnou polohy tubusů dochází ke změně vergence. Změnu akomodace dosáhneme změnou hodnoty v okulech. [7, 8, 20]



Obrázek č. 12: Troposkop [8]

4. 1. 4 Polarizace/anaglyfy

Principem je oddělení vjemů obou očí pomocí polarizace nebo anaglyficky. K tomuto cvičení se využívají průhledné plastové fólie s obrázky, kdy každá strana je mírně odlišná z různých úhlů. Listy jsou polarizovány v různých směrech a proband má na sobě speciální polarizované brýle. Anaglyfy využívají obrazce různých barev (červené a zelené) s kombinací červeno-zelených brýlí (červené a zelené předsádky). Oba obrázky jsou osvětleny z jednoho zdroje a vzájemně překryté. Poté se obrázky postupně vzdalují, dokud není narušeno jednoduché binokulární vidění, což se projeví například rozmazáním nebo rozdvojením. Při esoforii je pravý obrázek posunut více doprava, při exofoirii se naopak překříží (viz obrázek č. 13). pak se obrazce opět přibližují do vytvoření ostrého binokulárního vidění. Tento postup se opakuje. K této terapii se používají 2D či 3D obrázky. Testovat začínáme s obrázky bez detailů, pro vyřazení suprese, poté obrázky s detaily. [7, 8]



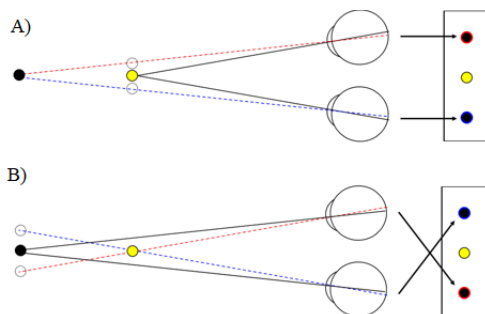
Obrázek č. 13: Zkřížený/nezkřížený pohyb očí [8]

4. 1. 5 Free-space technika

Tato technika nevyžadují stereoskop, ale fúzi dvou stereo-páru překrývaných a odkrývaných ve “volném prostoru – free-space“. Řadíme sem fyziologickou diplopii, tři kočky a free-space stereogramy, tyto techniky lze provádět samostatně nebo různě kombinovat. [7]

Fyziologická diplopie může být velmi důležitá v léčbě heteroforie. Je to jednoduchá metoda, při které použijeme dva objekty, například tužky, které držíme v jedné linii, ale

v různých vzdálenostech. Pacient fixuje objekt, který je k němu blíže a zároveň pozorujeme objekt vzdálenější. Konvergence na bližší předmět se projeví nezkříženou fyziologickou diplopií předmětu vzdálenějšího, jak můžete vidět na obrázku č. 14-A. V opačném případě, kdy proband fixuje předmět vzdálenější a pozoruje blízký předmět dvojité, dojde k diplopii zkřížené, lze vidět na obrázku č. 14-B. [7, 8]



Obrázek č. 14: Nezkřížená (A) a zkřížená (B) fyziologická diplopie [8]

Technika tří koček je založena na dvou neúplných obrázcích, například dvě kočky, kde každé chybí jiná část (oko, uši, ocas). Obrázky jsou od sebe vzdáleny 5 cm (od svých center). Tato terapie se využívá zejména pro léčbu exoforie, kdy posilujeme negativní relativní akomodaci, může se ale také použít pro léčbu esoforie, kdy naopak posilujeme pozitivní relativní akomodaci. Pro navození konvergence je vhodné použít fixační předmět, například tužku. U exoforie použijeme neprůhledné karty s obrázkem, akomodujeme na větší vzdálenost, než je konvergence, cvičíme tak pozitivní fúzní rezervy. U esoforie se využívají průhledné karty, akomodujeme na menší vzdálenost, než konvergujeme, oči tedy divergují a procvičujeme tak negativní fúzní rezervy. Úkolem je spojit obrázky tak, aby vznikl jeden úplný. [7, 8]

Technika pomocí stereogramů je podobná jako předešlá metoda s třemi kočkami, výsledkem je ovšem trojrozměrný vjem. V tomto cvičení potřebujeme stereopáry, které jsou navrženy tak, aby detaily obrázků byly jedinečné pro každý zvlášť. Zpětnou vazbou tohoto reliéfu je stereopse, která ujišťuje pacienty, že je jejich cvičení správné a pomáhá jim ve vidění. Směr vnímání stereopse může být užitečné pro kontrolu, zda je konvergence či divergence pacienta odpovídající. [7, 8]

4. 2 Kazuistiky

V této podkapitole budou uvedeny případy akomodačních poruch, naměřené hodnoty testů při jejich vyšetřování, jejich řešení a výsledné hodnoty po ukončení terapie. Jedná se o exces akomodace a insuficienci akomodace.

Exces akomodace

Muž 22 let, stěžuje si na příležitostné rozmazané vidění při řízení, zejména když jede domů z práce, a oční únavu po pracovním dni a při čtení. V dětství se zdály být výsledky vyšetření v pořádku, ovšem v poslední době se potíže začínají zhoršovat. Tomuto muži bylo provedeno několik testů, jejichž výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 9. [19]

Velikost pupil a pupilárních reflexů jsou v normě, barevné vidění je v pořádku. Naměřené hodnoty poukazují na exces akomodace. Posléze se zahájil zrakový trénink, který trval kolem tří měsíců a obsahoval 15 návštěv. Po skončení cvičení se opět udělaly testy a naměřené hodnoty ve většině odpovídaly normě (viz tabulka č. 9). [19]

Tabulka č. 9: Výsledky vyšetření [19]

Vyšetřovací metoda	Naměřené hodnoty před terapií	Naměřené hodnoty po terapii
Refrakce	OD: sph =0,25 D OS: sph plan cyl =0,25 D / 90°	OD: plan OS: plan
Negativní fúzní rezervy	Dálka: X/6/3 (bod rozmazání/bod rozdvojení/bod spojení) Blízko: 4/16/12	Dálka: X/7/4 Blízko: 9/20/14
Pozitivní fúzní rezervy	Dálka: 10/20/9 Blízko: 18/25/16	Dálka: 10/20/10 Blízko: 22/30/20
AC/A poměr	3:1	-
Negativní relativní akomodace	+1,25	+2,25
Pozitivní relativní akomodace	-2,50	-2,50
Amplituda akomodace	OD: 10 D; OS: 10 D	OD: 10 D; OS: 10 D
MAF	OD: 2 cpm (slabé reakce na plusové čočky) OS: 2 cpm (slabé reakce na plusové čočky)	OD: 10 cpm OS: 10 cpm
BAF	0 cpm (žádná reakce na plusové čočky)	8 cpm
MEM	OD i OS: -0,25	OD i OS: +0,25

Insuficience akomodace

Dívka 17 let, stěžuje si na rozmazané vidění a oční námahu po delším čtení. Symptomy se začaly zhoršovat po začátku školního roku. Zdravotní dokumentace nic neprokázala, žádné léky neužívá. Před dvěma lety bylo oční vyšetření v pořádku. Velikost pupil a pupilárních reflexů jsou v normě, barevné vidění je v pořádku. [19]

Řešení spočívalo v nošení brýlí na čtení. Na základě analýzy akomodace a binokulárních testů a refrakce byl zhotoven předpis, kde se stanovila adice +0,75 D. Po 6 týdnech nošení dané korekce s adicí dívka ucítila úlevu od uvedených potíží, ovšem jak můžete vidět v tabulce č. 10 stimulovat akomodaci je velmi obtížné. Léčba pomocí adice není úplně vyhovující, ale jelikož pacientka byla s výsledky spokojená, brýle na čtení bude užívat dál. Další možností může být zraková terapie, která by zlepšila akomodační funkci a zároveň by dívka nemusela používat brýle na čtení. Pokud by pacientka pociťovala diskomfort při nošení brýlí na čtení nebo by se problémy nezlepšily po dobu 4 až 6 týdnů, byla by doporučena zraková terapie. Výsledné hodnoty před a po nošení brýlí do blízka jsou zaznamenány v tabulce č. 10. [19]

Tabulka č. 10: Výsledky vyšetření [19]

Vyšetřovací metoda	Naměřené hodnoty před terapií	Naměřené hodnoty po terapii
Refrakce	OD: +0,50 D, OS: +0,50 D	-
Negativní fúzní rezervy	Dálka: X/7/4 Blízko: 8/20/12	-
Pozitivní fúzní rezervy	Dálka: X/18/10 Blízko: 6/17/10	-
AC/A poměr	6:1	-
Negativní relativní akomodace	+2,50	+2,50
Pozitivní relativní akomodace	-1,00	-1,50
Amplituda akomodace	OD: 7 D; OS: 7 D	OD: 9 D; OS: 9 D
MAF	OD: 0 cpm (žádná reakce na rozptylky) OS: 0 cpm (žádné reakce na spojky)	OD: 4 cpm OS: 4 cpm
BAF	0 cpm (žádná reakce na spojky)	4 cpm
MEM	OD i OS: +1,50	OD i OS: +1

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo představit akomodační poruchy. Uvést jejich příčiny, projevy, hodnoty vyšetřovacích metod a možnosti, jak se tyto poruchy dají řešit. Před uvedením dané problematiky jsem se zaměřila na akomodaci, kde mimo jiné zmiňuji její spojitost s konvergencí, což je důležité právě pro diagnostiku a řešení akomodačních anomálií, které jsou hlavním tématem mé práce.

První poruchou, kterou jsem uvedla, je presbyopie. Je to fyziologický úbytek akomodace, s kterým se potýká každý člověk přibližně po 40. roce života. Projevuje se zejména nadměrným akomodačním úsilím do blízka a řeší se stanovením adice, laicky řečeno brýlemi do blízka. Další dysfunkcí akomodace je akomodační exces/spasmus, který je následkem zvýšeného akomodačního úsilí. Vyznačuje se hlavně astenopickými potížemi a dá se řešit například zrakovým tréninkem. Poté uvádím insuficienci akomodace, což je porucha způsobena naopak nedostatečným akomodačním úsilím a projevuje se obtížemi se zaostřováním či oční námahou. Léčba může spočívat ve stanovení přídavku do blízka. Zmínila jsem se také o ochablé akomodaci, jejíž příčinou je pomalá akomodace, projevuje se a řeší obdobně jako insuficience akomodace. Dále popisuji akomodační nesnadnost, kdy pacient trpí obtížemi při přeostrévání. Tato porucha se projevuje při oční námaze například astenopickými potížemi. Řešením může být opět zrakový trénink. Poslední poruchou, kterou se v této práci zabývám je obrna akomodace projevující se zhoršeným rozmazaným viděním do blízka. Příčinou může být mnoho metabolických a systémových onemocnění, proto primární řešení spočívá v léčbě daného onemocnění.

Následně se zabývám různými testy, které nám mohou pomoci při určení správné diagnózy. Popisuji vyšetření amplitudy akomodace, relativní akomodace, akomodační snadnosti a odezvy, AC/A poměru a pozitivních a negativních fúzních rezerv. V poslední kapitole jsem uvedla postupy léčby akomodačních anomálií, kde jsem se zaměřila na zrakový trénink. Závěr poslední kapitoly jsem obohatila o zajímavé kazuistiky pacientů trpících konkrétně excessem akomodace a akomodační insuficiencí.

Má bakalářská práce by měla upozornit na přítomnost těchto poruch, a to z toho důvodu, že mnoho lidí netuší, že východiskem z těchto problémů je často pouze správná korekce refrakce, nebo zrakový trénink, což je v porovnání s léčbou jiných onemocnění jednoduché a šetrné. Při diagnostice zrakových potíží a astenopii je tedy důležité nezapomínat na možnost přítomnosti akomodační poruchy.

Seznam použité literatury

- [1] LANG, G. K. *Ophthalmology A Pocket Textbook Atlas. Second Eddition*. Stuttgart: Thieme; 2007. 607 s. ISBN 978-3-13-126162-5
- [2] AUTRATA, R., ČERNÁ, J. *Nauka o zraku*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně; 2006. 226 s. ISBN 80-7013-362-7
- [3] SVYTOPLUK, S., SKORKOVSKÁ, Š. *Fyziologie oka a vidění*. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Grada; 2014. 108 s. ISBN 978-80-247-3992-2
- [4] KUCHYNKA, P. a kol. *Oční lékařství*. Praha: Grada Publishing; 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [5] OTRADOVEC, J., *Klinická neurooftalmologie*. Praha: Grada Publishing; 2003. 487 s. ISBN 80-274-0280-0
- [6] ANTON, M., *Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně; 2004. 96 s. ISBN 80-7013-402-X
- [7] EVANS, J. W. B., *Pickwell's Binocular Vision Anomalies*. Fifth Edition. Oxford: Elsevier; 2007. 452 s., ISBN 978-0-7506-8897-0
- [8] PLUHÁČEK, F. *Výukové materiály z předmětů Binokulární vidění, Korekce zraku 2*; Olomouc: Katedra optiky Přírodovědecké fakulta Univerzity Palackého
- [9] GOSS, A. D., *Ocular Accommodation, Convergence and Fixation Disparity*. Thirt Edition. Bloomington: Indiana Universit; 1921. 286 s., ISBN: 978-0-929780-24-5
- [10] ROZSÍVAL, P.: *Oční lékařství*. Praha: Galén; 2006. 373 s. ISBN: 8072624040
- [11] COOPER J. S.: *Care of the Patient with Accommodative and Vergence Dysfunction*. American Optometric Association; 2011. 243 N. Lindbergh Blvd., St. Louis, MO 63141-7881
- [12] DAUM K. M.: *Accommodative dysfunction*. Documenta Ophthalmologica. vol. 55, May 1983, no. 3, page 177, ISSN: 1573-2622
- [13] SCHEIMAN, M., WICK, B.: *Clinical Managment of Binocular Vision Heterotropic, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. Thirt Edition. Philadephia: Wolters Kluwer, Lippincott Wiliams and Wilkins; 2008. 378 s., ISBN: 13:978-0-7817-8894-1

- [14] TAUB, M. B., BARTUCCIO, M., MAINO, D. M.: *Visual Diagnosis and Care of the Patient with Special Needs*. Hong Kong: Wolters Kluwer, Lippincott Williams and Wilkins; 2012. 241 s., ISBN: 978-1-4511-1668-7
- [15] MILLODODT, M.: *Dictionary of Optometry and Visual Science*. Seventh Edition. Edinburgh: Butterword Heinemann Elsevier; 2009. 408 s., ISBN: 978-0-7020-2958-5
- [16] MAXDORF s. r. o.. *Velký lékařský slovník*. [online] Copyright © Maxdorf 1998-2018 [cit. 14. 2. 2018]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/>
- [17] ELLIOT, D. B.; *Clinical Procedures in Primary Eye Care*. Butterworth-Heinemann: Elsevier; 2007. 342 s., ISBN: 978-0-7506-8896-3
- [18] HARVEY B., Franklin A.: *Routine eye examination*. Butterworth-Heinemann: Elsevier; 2005. 152 s., ISBN: 0-7506-8852-1
- [19] SCHIEMAN M., BRUCE W.: *Clinical Managment Of Binocular Vision Heterophoric, Accommodatice, and Eye Movement Disorders*. Thirt Edition, Philadelphia: Wolters Kluwer Health Lippincott Williams and Wilkins; 2008. 748 s., ISBN-13: 978-0-7817-7784-1
- [20] NAJMANOVÁ E.: *Přednášky z předmětu optické a optometrické přístroje*; Olomouc: Katedra optiky Přírodovědecké fakulta Univerzity Palackého

Seznam zkratek

CA	akomodační kvocient
AA	amplituda akomodace
AC/A	poměr akomodační konvergence a akomodace
add	adice (přídavek do blízka)
NRA	negativní relativní akomodace
PRA	pozitivní relativní akomodace
MEM	metoda monokulárního odhadu (monocular estimation method)
BAF	binokulární akomodační facilita
MAF	monokulární akomodační facilita
FV	fúzní vergence
PFV	pozitivní fúzní rezervy
NFV	negativní fúzní rezervy
HFV	horizontální fúzní rezervy
VFV	vertikální fúzní rezervy
BO	bází temporálně (base out)
BI	bází nasálně (base in)
OD	pravé oko (oculus dexter)
OS	levé oko (oculus sinister)
D	dioptrie
cpm	cyklů za minutu (cycles per minute)
pD	prizmatická dioptrie