

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI

KATEDRA OPTIKY

VPLYV RESPIRÁTORA NA VYŠETRENIE ZORNÉHO POĽA

Diplomová práca

VYPRACOVALA:

Bc. Natália Nebošková

Obor: 5345T008 - OPTOMETRIE

Študijný rok: 2023/2024

VEDÚCA DIPLOMOVEJ PRÁCE:

Mgr. Lenka Musilová, DiS., Ph.D.

Čestné prehlásenie:

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne pod vedením Mgr. Lenky Musilovej, DiS., Ph.D. za použitia literatúry uvedenej v závere práce.

V Olomouci dňa 20. 04. 2024

.....
Bc. Natália Nebošková

Pod'akovanie:

Moje pod'akovanie patrí vedúcej mojej diplomovej práce Mgr. Lenke Musilovej, DiS., Ph.D. za cenné rady a odborné vedenie pri písaní mojej práce a v neposlednom rade čas, ktorý mi venovala. Rada by som pod'akovala doc. RNDr. Františkovi Pluháčkovi, Ph.D., za doporučenia pri experimentálnej časti mojej práce a pomoc pri spracovaní dát.

Táto práca bola vytvorená za podpory projektov IGA PřF UP v Olomouci s názvom "Optometrie a její aplikace", č. IGA_PrF_2023_004 a IGA_PrF_2024_019.

Obsah

Úvod	5
1 Zorné pole.....	6
1.1 Monokulárne zorné pole	6
1.2 Binokulárne zorné pole	7
1.3 Svetelná citlivosť v zornom poli	8
2 Poruchy zorného poľa	9
2.1 Zraková dráha.....	9
2.2 Klasifikácia porúch	10
2.3 Zmeny zorného poľa pri vybraných očných ochoreniach.....	13
3 Vyšetrenie zorného poľa	16
3.1 Orientačné vyšetrenie zorného poľa	16
3.2 Kinetická perimetria.....	17
3.3 Statická perimetria	19
3.4 Prístroj Medmont M700	24
4 Kvalita vyšetrenia zorného poľa	27
4.1 Základné charakteristiky vyšetrenia.....	27
4.2 Ukazovatele spoľahlivosti.....	29
4.3 Faktory ovplyvňujúce kvalitu vyšetrenia	30
5 Vplyv respirátora na vyšetrenie zorného poľa.....	33
5.1 Metodika a súbor probandov.....	33
5.2 Analýza dát.....	35
5.3 Výsledky	36
5.4 Diskusia.....	41
Záver	43
Zoznam použitej literatúry	44

Úvod

Vyšetrenie zorného poľa má dôležitú úlohu v oftalmológii a neurológii. Viac ako 40 % ľudského mozgu sa do určitej miery podieľa vytváraní zrakového vnemu. Vyšetrenie zorného poľa je kľúčové pri neurologických ochoreniach sietnice a zrakového nervu, ako aj pri podozrení na poškodenie integrity zrakovej dráhy. Aj preventívne vyšetrenie zorného poľa dokáže odhaliť a lokalizovať zatiaľ nediagnostikovaný neurologický problém pacienta. Perimetria je štandardizovaná metóda využívaná pri hodnotení prahovej citlivosti sietnice na svetelný stimul v rôznych oblastiach zorného poľa. Najvyššia citlivosť je v centrálnej časti zorného poľa, ktorá zodpovedá fovey na sietnici, pričom smerom k periférii sa citlivosť postupne znižuje.

Pre kvalitu výsledkov perimetrického vyšetrenia je dôležité, aby vyšetrenie prebiehalo v priaznivých podmienkach a súčasne sa zamedzilo vplyvu ďalších faktorov. V posledných rokoch sa v dôsledku celosvetovej pandémie koronavírusového ochorenia (COVID-19) zaviedli opatrenia ako potreba sociálneho odstupu a nutnosť prekryvania horných dýchacích ciest. Nosenie respirátora ovplyvnilo priebeh niektorých vyšetrení na oftalmologických pracoviskách. Aj pri bežných podmienkach je potrebné pozorne monitorovať pacienta počas vyšetrenia zorného poľa, aby bola spoľahlivosť testu čo najvyššia. To však mohlo byť náročné vzhľadom na potrebu používania respirátora, ktorý predstavoval potenciálne nepriaznivý faktor ovplyvňujúci spoľahlivosť vyšetrenia.

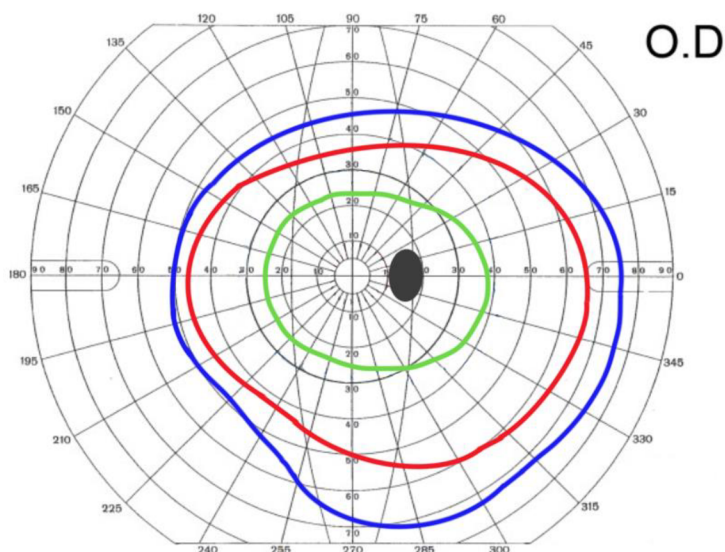
Teoretická časť práce poskytuje popis zorného poľa jeho poruchy. Ďalej sú zhrnuté vyšetrovacie metódy zorného poľa so zameraním na statickú perimetriu a špecifikácie prístroja Medmont M700, ktorý bol použitý pri meraniach v experimentálnej časti práce. Pozornosť bude tiež venovaná charakteristikám vyšetrenia, ako sú základné parametre zorného poľa a ukazovatele spoľahlivosti výsledkov. Následne budú popísané faktory vplývajúce na kvalitu a spoľahlivosť vyšetrenia. Cieľom experimentálnej časti práce bolo sledovať vplyv nasadeného respirátora pri vyšetrení zorného poľa na automatickom perimetri a porovnať výsledky s nasadeným respirátorom a respirátorom s náplastou.

1 Zorné pole

Zorné pole je definované ako časť priestoru, v ktorej sú objekty viditeľné pri fixovanom pohľade vpred. Oblasť bodov, ktorých obraz sa vytvorí na sietnici, je pomerne rozsiahla, no len malú časť zo zorného poľa vnímame ostro. Fixovaný bod leží v strede zorného poľa a jeho ostrý obraz dopadá do miesta najostrejšieho videnia na sietnici. Zorné pole je rozdelené na centrálnu a periférnu časť. Okrajové časti obrazu, ktoré dopadajú mimo centrálnu časť sietnice, dotvárajú priestorový vnem, a tým napomáhajú v orientácii. Zorné pole ľudského oka nie je symetrické, jeho rozsah je ovplyvnený anatomickým usporiadaním tváre. Pri binokulárnom videní sa monokulárne zorné polia čiastočne prekrývajú. V priestore kde sa zorné polia prekrývajú vzniká stereoskopické videnie. [1, 2, 3]

1.1 Monokulárne zorné pole

Fyziologický rozsah zorného poľa oka je v horizontálnej rovine je 60° nazálne, približne 90° temporálne, pozdĺž vertikálnej roviny má rozsah 60° hore a 75° dole od miesta fixácie. Rozsah zorného poľa je kvantifikovaný pomocou rôznych diagnostických metód využívajúcich perimetriu. Na obr. 1 je znázornená schéma používaná pri kinetickej perimetrii (viď kap. 3.2) v podobe diagramu. [1, 2]



Obr. 1 Zorné pole pravého oka pre modrú, červenú a zelenú farbu, upravené z [9]

Krivka pre modré svetlo je najväčšia, potom nasleduje krivka citlivosti na červené a najmenšia pre zelené svetlo. Okolo diagramu sú súradnice udávajúce smer, v ktorom je merané zorné pole. Sústredné kruhy v diagrame udávajú uhlovú vzdialenosť od fovey. Slepá škvrna sa nachádza približne $16^\circ - 18^\circ$ temporálne od stredu zorného poľa. Toto miesto zodpovedá vstupu zrakového nervu, ktorý sa na sietnici nachádza nazálne od fovey, a v zornom poli sa premieta do priestoru temporálne. [1, 2]

Centrálne a periférne zorné pole

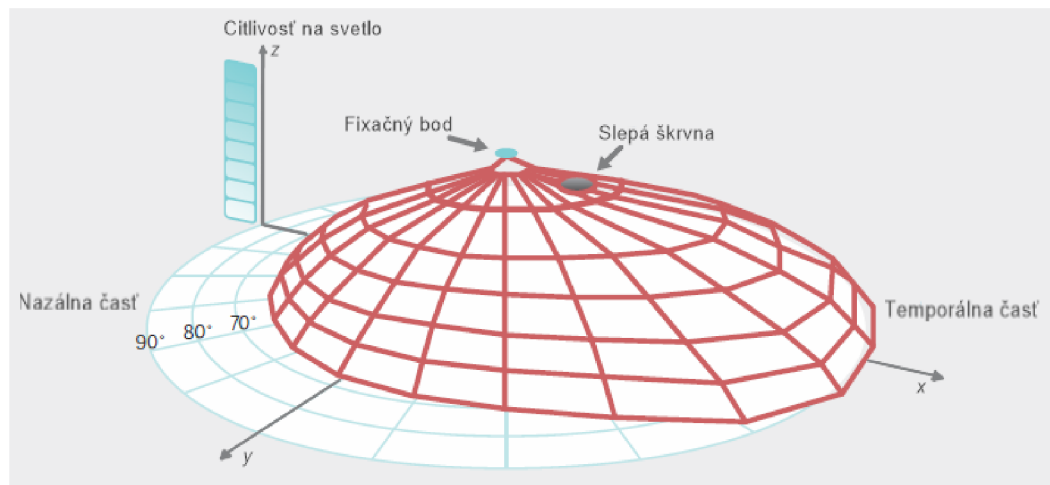
Oblasť centrálného zorného poľa oka predstavuje oblasť, ktorá sa nachádza priamo pred okom pri pohľade vpred. Fixačný bod v centrálnom zornom poli zodpovedá miestu na sietnici nazývanej fovea centralis. Táto oblasť je charakterizovaná najväčšou zrakovou ostrosťou a schopnosťou rozpoznať detaily. Centrálnu časť zorného poľa vnímame teda priamo tzv. foveolárne a periférne zorné pole vnímame nepriamo. Táto oblasť sa vyznačuje najvyššou koncentráciou svetlocitlivých buniek, čapíkov, ktoré umožňujú ostré videnie, rozlišovanie farieb a jemných detailov pri fotopickom videní. Rozlišovacia schopnosť oka nie je rovnaká v celom zornom poli, ale smerom k periférii sa znižuje. Zníženie je zapríčinené distribúciou receptorov na sietnici. Približne 6 miliónov čapíkov je sústredených v makule a smerom do periférie ich hustota klesá a pribúda počet tyčínok. Tyčinky sú receptory, ktoré sú zodpovedné za čiernobiele videnie a sú schopné vnímať svetlo a tmu pri skotopickom videní. V periférnych častiach sietnice je ich asi 120 miliónov. Činnosť tyčínok pomáha k detekcii pohybu a svetelných zmien v periférnych častiach zorného poľa. [1]

1.2 Binokulárne zorné pole

Pri vyvinutom binokulárnom videní sa monokulárne zorné polia pri fixácii priamo vpred prekrývajú v rozsahu 120° . V tejto oblasti dochádza k vytvoreniu priestorového a hĺbkového vnemu. V laterálnych oblastiach, kde sa zorné polia už neprekrývajú, dopĺňajú videnie monokulárne zorné polia oboch očí v rozsahu asi 20° po oboch temporálnych stranách. Celkový zorný uhol oboch očí je približne 160° . Rozsah zorných polí pravého a ľavého oka môže byť fyziologicky rozdielny a ovplyvnený najmä črtami tváre. [1, 2]

1.3 Svetelná citlivosť v zornom poli

Svetelná citlivosť nie je rovnomerne rozložená v celom rozsahu zorného poľa. Pre oko v denných fotopických podmienkach je citlivosť na svetlo najvyššia v centrálnej oblasti zorného poľa a postupne klesá smerom k periférii. Rozloženie citlivosti v zornom poli je možné vizualizovať pomocou trojrozmerného grafu, kde osa x a y predstavuje priestorové rozloženie zorného poľa pomocou radiálnych súradníc a osa z predstavuje citlivosť na svetlo.



Obr. 2 Hill of vision, upravené z [2]

Na obr. 2 sú znázornené hodnoty prahovej citlivosti oka od periférie zorného poľa, kde je citlivosť najnižšia s postupným zvyšovaním sa smerom k centru. Graf je označovaný ako kopec videnia. Hodnoty prahovej citlivosti ovplyvňuje množstvo faktorov, ako je vek vyšetrovaného, úroveň okolitého osvetlenia, veľkosť podnetu a dĺžka prezentácie podnetu. S rastúcim vekom dochádza k postupnému znižovaniu prahovej citlivosti. V praxi sa na interpretáciu prahovej citlivosti využíva decibelová stupnica. Citlivosť sietnice na svetlo sa meria v decibeloch (dB). V 20 rokoch dosahuje prahová citlivosť vo fovey 32 dB, od tohto veku začína postupne klesať približne o 0,065 dB za rok. Znižuje sa v dôsledku degenerácie buniek sietnice a zakalenia optických médií oka vplyvom veku. Ak je nameraný prah citlivosti 0 dB obecné, to znamená, že pacient nie je schopný vidieť najintenzívnejší perimetrický podnet, ktorý môže zariadenie zobrazovať. [2, 17]

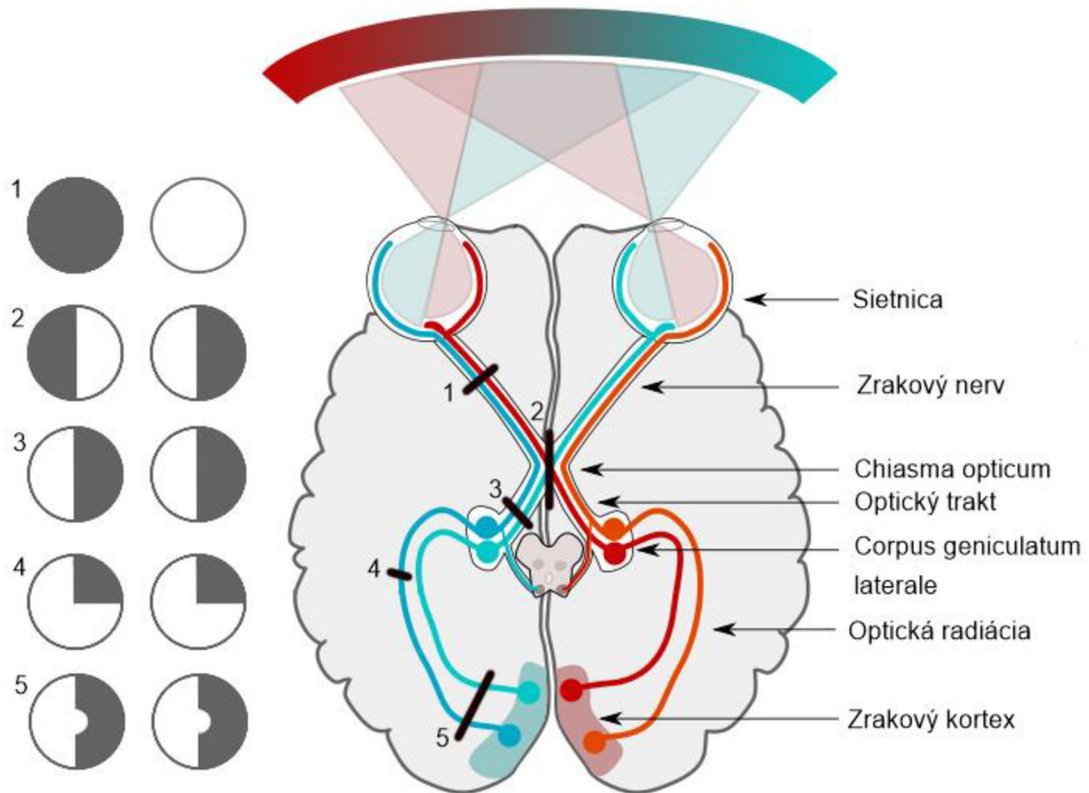
2 Poruchy zorného poľa

Pri poruchách zorného poľa dochádza k strate alebo k zníženiu citlivosti v zornom poli. Znížená citlivosť zorného poľa sa môže prejavovať ako lokálne depresie alebo ako celkové zníženie citlivosti v rozsiahlych častiach zorného poľa. Táto kapitola poskytuje prehľad o základných typoch a tvaroch výpadkov v zornom poli. Pre niektoré ochorenia je tvar a rozsah skotómov typický. Preto správne určenie miesta a tvaru skotómu je rozhodujúce pre diferenciálnu diagnostiku patológie a ukazuje do akej miery dané ochorenie alebo porucha ovplyvňuje videnie. V závislosti od lokalizácie poškodenia zrakovej dráhy sa poruchy zorného poľa môžu prejavovať úplným alebo čiastočným výpadkom, ktorý má typický tvar zodpovedajúci miestu kde došlo k lézii, preto je znalosť anatómie zrakovej dráhy kľúčová pri diagnostike. Poruchy zorného poľa môžu mať výrazný dopad na kvalitu života jednotlivca, pretože ovplyvňujú schopnosť orientácie v priestore a iné bežné činnosti, ako napríklad čítanie a šoférovanie. Kľúčovou súčasťou diagnostiky je perimetria (viď kap. 3), ktorá slúži na zmapovanie zorného poľa a identifikáciu oblastí výpadku. Liečba porúch je často zameraná na zmiernenie ich príčiny. [2, 5, 8]

2.1 Zraková dráha

Zraková dráha sa začína na sietnici fotoreceptormi, ktoré prenášajú informácie k bipolárnym bunkám a tie ďalej ku gangliovým bunkám. Axóny gangliových buniek sa zbiehajú až do zrakového terča a opúšťajú oko zrakovým nervom ďalej do chiasma opticum. V chiasma opticum sa vlákna z nazálnych polovic sietnic oboch očí stretávajú a prekrížené pokračujú do optického traktu. Vlákna z temporálnych polovic pokračujú do optického traktu bez kríženia. Neurity gangliových buniek končia v primárnom zrakovom centre v corpus geniculatum laterale, kde dochádza k prepojeniu na štvrtý neurón zrakovej dráhy. Jeho axóny vytvárajú zrakovú radiáciu a končia v primárnom zrakovom centre v okcipitálnej kôre. Celý priebeh zrakovej dráhy je znázornený na obr. 3. Optický systém oka vytvára na sietnici obrátený obraz. To znamená, že obraz z hornej časti zorného poľa je zaznamenaný vláknami z dolnej časti sietnice a obraz z pravej polovice zorného poľa zaznamenávajú vlákna z ľavej polovice sietnice. Vlákna

si zachovávajú svoje usporiadanie po celej dĺžke zrakovej dráhy. Ich usporiadanie sa mení na predozadné v zrakovej kôre, kde sa makulárne oblasti premietajú do zadného pólu a periférne oblasti sa spracovávajú v prednej časti. Z anatómie zrakovej dráhy na obr. 3 vyplýva, že lézie pred chiasmou spôsobujú výpadky zorného poľa a jedného oka, lézie za chiasmou postihujú zorné pole oboch očí. [8]



Obr. 3 Zraková dráha, (1 lézia zrakového nervu, 2 lézia chiasma opticum, 3 lézia ľavého optického traktu, 4 lézia ľavej optickéj radiácie, 5 lézia v ľavom okcipitálnom laloku), upravené z [20]

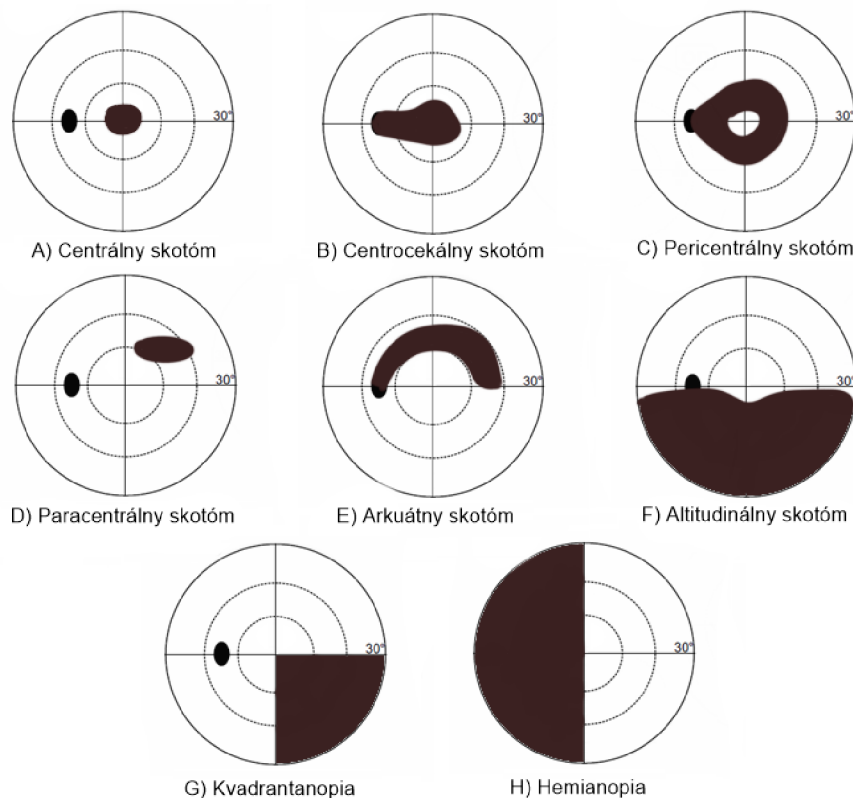
2.2 Klasifikácia porúch

Poruchy zorného poľa oka možno klasifikovať na základe rozsahu, polohy a príčiny výpadku. Skotómy sa môžu prejavovať ako absolútne, čo znamená úplnou stratou zraku v určitej oblasti zorného poľa, alebo ako relatívne, pri ktorých dochádza len k čiastočnej strate videnia. Pri relatívnych skotómoch je videnie v danej oblasti obmedzené pri určitých stimuloch, ako sú napríklad farby alebo svetlo. Skotómy sa ďalej delia na pozitívne a negatívne, v závislosti od toho, ako ich pacient vníma. Pozitívne

skotómy sú viditeľné škvrny alebo výpadky v zornom poli, ktoré pacient vníma. U negatívnych skotómov si pacient neuvedomuje výpadok v zornom poli. Typický fyziologický negatívny skotóm je slepá škvrna. Patologické negatívne skotómy sa vyskytujú pri zápale optického nervu (retrobulbárna neuritída), alebo pri kompresných léziách zrakovej dráhy. Môžu byť prítomné od narodenia alebo vzniknúť v skoršej fáze vývoja zrakového aparátu. Pri novovzniknutých poškodeniach sietnice alebo pri zraneniach optického nervu je častejší výskyt pozitívnych skotómov. [1, 5, 8]

Monokulárne výpadky zorného poľa

Poškodenie zrakového nervu alebo sietnice spôsobuje monokulárne defekty zorného poľa. Monokulárne poruchy zorného poľa môžu mať rôzne podoby. Môže ísť o ohraničené výpadky (skotómy) alebo sektorové výpadky, ktoré zasahujú až do periférneho zorného poľa. Výpadky v centrálnom zornom poli sú sprevádzané znížením zrakovej ostrosti. Centrálné videnie ostáva zachované v prípade koncentrického zúženia, ktoré postupuje od periférie zorného poľa. Na obr. 4 je rozdelenie skotómov podľa lokalizácie a tvaru v zornom poli, čierny oválny skotóm na ľavej strane značí fyziologickú slepú škvrnu.



Obr. 4 Typy skotómov podľa lokalizácie a tvaru, upravené z [5,8]

Poruchy centrálného videnia sú dôsledkom poškodenia nervových vlákien v oblasti makulopapilárneho zväzku, čo vedie k prejavom ako metamorfopsia (deformovanie) alebo centrálny skotóm (viď obr. 4 A). Metamorfopsie sa zvyčajne vyskytujú v dôsledku lézie na sietnici, ktorá môže byť spôsobená cirkulačnými problémami, zápalom alebo dystrofiou. Ďalšou príčinou centrálného skotómu môžu byť neuropatie optického nervu. Podobnú patogenézu majú aj paracentrálne skotómy, pri ktorých môže ísť o malý výpadok v priebehu zväzkov nervových vlákien pri glaukóme, alebo pri drúzach terča zrakového nervu. Paracentrálny skotóm postihuje oblasti vedľa miesta fixácie (viď obr. 4 D). Ak je porušená oblasť obkolesujúca neporušenú oblasť fixácie, vtedy sa jedná o pericentrálny skotóm (viď obr. 4 C). Centrocekálny skotóm, ktorý predstavuje špecifický typ výpadku nervových vlákien, je kombináciou centrálného skotómu spojeného so slepou škvrnou a papilomakulárnym zväzkom (viď obr. 4 B). Arkuálny skotóm má typický oblúkovitý tvar korešpondujúci so stratou zväzkov nervových vlákien na sietnici (viď obr. 4 E). Ak sú poškodené nervové vlákna idúce z temporálnej polovice sietnice výpadok má oblúkovitý tvar, pretože vlákna obiehajú centrálnu makulárnu oblasť. Výpadky spojené s vláknami z nazálnych polovic sietnice majú klinovitý tvar. Altitudinálny skotóm, ktorý postihuje buď hornú alebo dolnú polovicu zorného poľa, vzniká pri uzávere ciev zásobujúcich okolie zrakového nervu (viď obr. 4 F). Pri postihnutí len temporálnej alebo nazálnej polovice zorného poľa hovoríme o hemianopii (viď obr. 4 H). Výskyt jednostrannej hemianopie je vzácny, častejšie postihuje obe oči. Výpadok jedného kvadrantu zorného poľa sa nazýva kvadrantanopia (viď obr. 4 G). [5, 8]

Bilaterálne výpadky zorného poľa

Binokulárne výpadky v zornom poli nazývané hemianopsie sú spojené s chiasmatickou alebo retrochiasmatickou poruchou zrakovej dráhy. Hemianopsie sa klasifikujú na homonýmne a heteronýmne v závislosti od toho, v akej polovici zorného poľa je výpadok. Pri homonýmnych poruchách sú postihnuté rovnaké strany zorných polí (obe pravé alebo obe ľavé, viď obr. 3 pri lézii optického traktu). Pri heteronýmnych poruchách sú postihnuté obe nazálne alebo temporálne strany zorných polí (na jednom oku pravá, na druhom ľavá, viď obr. 3 pri lézii chiasmatu). Výpadky za chiasmou sú vždy homonýmne a zodpovedajú poruche druhostrannej zrakovej dráhy. Smerom ku zrakovej kôre sa zvyšuje zhodnosť (kongruencia) výpadkov. Homonýmne hemianopsie sa ďalej delia na kompletné, pri ktorých výpadok postihuje celú časť zorného poľa a nekompletné,

kedy napríklad výpadok na danej polovici zorného poľa postihuje len tretinu. U hemianopsií ďalej rozlišuje výpadky s úsporou makuly a bez nej, ktoré súvisia s cievnym zásobením mozgu. [1, 5, 8]

2.3 Zmeny zorného poľa pri vybraných očných ochoreniach

Pri diagnostike preneurálnych porúch zvyčajne nie je potrebné vykonávať perimetrické vyšetrenie, pretože patológiu oka možno zvyčajne pozorovať priamo na sietnici pomocou oftalmoskopie. Avšak, je dôležité mať prehľad o tom, aké dopady môžu mať niektoré očné ochorenia na zorné pole. Patológia na sietnici môže byť nečakane odhalená práve počas perimetrického vyšetrenia. Poruchy zorného poľa spôsobené zmenami na sietnici sa priamo premietajú do zorného poľa a nerešpektujú horizontálny a vertikálny meridián. Nešpecifické zmeny v zornom poli vznikajú napríklad pri vekom podmienenej makulárnej degenerácii, alebo v pokročilých štádiách diabetickej retinopatie. Perimetria je kľúčová pri diagnostike a sledovaní ochorenia retinitis pigmentosa, ktoré sa vyznačuje typickými zmenami v zornom poli. Charakteristickými výpadkami zorného poľa sa prejavuje aj celosvetovo druhá najčastejšia príčina slepoty, glaukóm. [8]

Glaukóm

Glaukóm sa vyznačuje progresívnou neuropatiou zrakového nervu a u väčšiny pacientov je spojený s vyšším vnútroočným tlakom. Vedie k typickým štrukturálnym zmenám na terči zrakového nervu a neskôr k funkčným zmenám v zornom poli. Defekty zorného poľa je možné zachytiť na perimetri až pri strate približne 50 % axónov retinálnych gangliových buniek. Najväčší podiel týchto nervových vlákien sa nachádza v centrálnych 30°, kde sa vyskytuje väčšina výpadkov, pri skorých aj pokročilých štádiách ochorenia. Centrálna oblasť však zostáva u pacientov najdlhšie neporušená. Defekty v tvare, ktorý zodpovedá priebehu nervových vlákien na sietnici, sú známe ako Bjerrumove skotómy. Tieto defekty začínajú temporálne od zrakového nervu, kde oblúkom obchádzajú makulárnu oblasť a spájajú sa na horizontálnej čiare rozdeľujúcej sietnicu na hornú a dolnú polovicu. Tieto výpadky sa môžu spájať v slepej škvrne a pokročilom štádiu splynú tak, že zasiahnu celý nazálny kvadrant (viď obr. 5). V časti nazálne od papily, kde sa nervové vlákna rozširujú radiálne, je zasiahnutá

len horná alebo dolná časť zorného poľa. Vzniká tu typický nazálny skok, ktorý neprechádza cez horizontálnu rovinu. Ako posledné glaukómové zmeny postihujú makulárne vlákna, kde zmeny začínajú znížením citlivosti až do úplnej straty centrálnej zrakovej ostrosti. [1, 5, 8, 21]

I		Relatívny skotóm
II		Absolútny skotóm bez spojenia so slepou škvrnou
III		Arkuátny (Bjerrumov) skotóm spojený so slepou škvrnou
IV		Výpadok nazálneho kvadrantu
V		Absolútny glaukom so zachovaním temporálneho ostrova videnia

Obr. 5 Klasifikácia výpadkov podľa typu zväzkov nervových vlákien, charakteristických pre glaukóm, upravené z [8]

Vekom podmienená makulárna degenerácia

Vekom podmienená makulárna degenerácia (VPMD) je degeneratívne progresívne ochorenie postihujúce centrálnu časť sietnice a cievnatky. Ochorenie má dve formy, suchú a vlhkú formu. Pri suchej forme dochádza k atrofickým zmenám v makulárnej oblasti a tvorbe drúz. Drúzy sú depozitá odpadového materiálu v hlbších vrstvách sietnice a zvyčajne nemajú výrazný vplyv na videnie. Typickým prejavom suchej formy VPMD je zhlukovanie retinálneho pigmentu, čo vytvára na sietnici depigmentované a hyperpigmentované ložiská, cez ktoré presvitajú choroidálne cievy. Táto forma začína nepatrným poklesom citlivosti v centrálnej časti zorného poľa. Začínajúce zmeny a drobné skotómy sa dajú odhaliť pri vyšetrení na Amslerovej mriežke (viď kap. 3.1). Suchá forma VPMD má pomalý priebeh a môže byť mnoho rokov stabilná, no v momente keď sa drúzy začnú meniť a zväčšovať ochorenie prejde do exsudatívnej vlhkej formy. Typickým znakom vlhkej formy VPMD je tvorba neovaskularizácií cievnatky. V tomto štádiu hrozí krvácanie a hemoragické odlúpenie sietnice.

Vlhká forma začína metamorfopsiami (deformáciami) a náhlym poklesom zrakovej ostrosti v dôsledku exsudácie tekutiny pod vrstvy sietnice a prerastania subrenitálnej membrány, ktoré deformujú sietnicu. V pokročilom štádiu vzniká rozsiahly absolútny centrálny skotóm, ktorý výrazne ovplyvňuje schopnosť rozoznávať detaily, viesť motorové vozidlo, čítať, rozoznávať tváre a môže nastať až praktická slepota. [1, 8]

Diabetická retinopatia

Diabetická retinopatia je vaskulárne ochorenie sietnice, spojené s nekompenzovaným diabetom. V počínajúcom neproliferatívnom štádiu ochorenia vznikajú na sietnici mikroaneuryzmy, drobné hemoragie a tvrdé exudáty, ktoré výrazne neovplyvňujú zorné pole a videnie. Zmeny v zornom poli sú spojené s pokročilým proliferatívnym štádiom retinopatie. Komplikácie vznikajú pri prerastaní a novotvorbe ciev, ktoré praskajú a následne spôsobujú trakčné odlúpenie sietnice. Závažným je vznik diabetickej makulopatie, pri ktorej je prítomný edém makuly so vznikom mikroaneurizmiem. Tento stav spôsobuje ťažkú poruchu zraku až slepotu. Skotómy v zornom poli bývajú roztrúsené a relatívne.

V prípade odlúpenia sietnice sa výpadky zorného poľa nachádzajú v periférií. Podľa hĺbky vrstvy, v ktorej oddelenie nastalo, vzniká relatívny alebo pozitívny skotóm. Odtrhnutie sietnice sa prejavuje ako tieň v odpovedajúcej časti zorného poľa. Pri rozsiahlom odlúpení sú prítomné deformácie obrazu a zhoršená zraková ostrosť. Pri odlúpení s trhlinou, ktorá je najčastejšie lokalizovaná v hornej polovici sietnice sa výpadok v zornom poli šíri zdola nahor. [1, 8]

Retinitis pigmentosa

Retinitis pigmentosa (RP) je skupina dedičných porúch sietnice, pri ktorých dochádza k progresívnej degenerácii fotoreceptorov. Medzi charakteristické znaky RP patrí šerosleposť, svetloplachosť, progresívna strata zorného poľa a pokles zrakovej ostrosti. Zmeny v zornom poli začínajú ako izolované skotómy, ktoré sa neskôr spájajú do prstenca v strednej periférii, ktorý sa postupne rozširuje smerom do periférie. Skotóm pomaly postupuje až k miestu fixácie a dlhodobá progresia ochorenia končí zachovaním tunelového videnia. Pri vyšetrovaní sa uprednostňuje použitie kinetickej perimetrie (viď kap. 3.2), vzhľadom k lokalizácii a typu skotómu. Vyšetrenie zorného poľa je dôležitým ukazovateľom celkovej progresie ochorenia a účinnosti liečby. [8, 15]

3 Vyšetrenie zorného poľa

Perimetria je štandardná metóda používaná v oftalmológii a optometrii na posúdenie zorného poľa pacienta. Perimetria je systematická kvantifikácia zorného poľa, ktorá pomáha určiť jeho rozsah a lokalizovať prípadné výpadky. Vyšetrenie na perimetri podstatne zvyšuje citlivosť a presnosť akou sme schopní zistiť a zmapovať defekty zorného poľa v porovnaní s konfrontačnými technikami, ktorými sa podarí detekovať asi len tretina defektov neskôr zistených na perimetri. Perimetria sa používa na posúdenie straty zraku v dôsledku očných ochorení, následkom úrazov, mŕtvice a mozgových nádorov. Tiež sa využíva na hodnotenie obmedzenia videnia pri poklesnutých viečkach a ptóze, alebo na testovanie zrakových funkcií v zornom poli pri výkone niektorých profesií. V oftalmológii sa vyšetrenie zorného poľa využíva na monitorovanie progresie chorobných procesov alebo ich stabilitu a účinnosti ich liečby v čase. [1, 2, 4]

3.1 Orientačné vyšetrenie zorného poľa

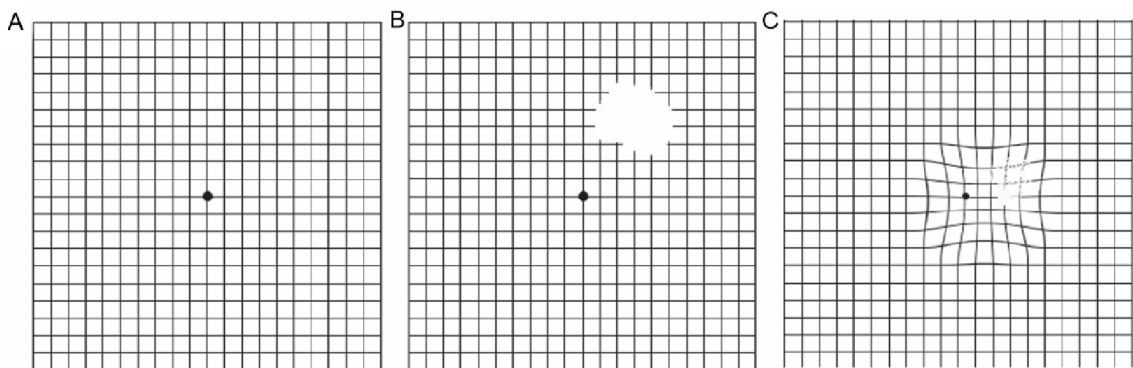
Konfrontačná skúška

Konfrontačné vyšetrenie zorného poľa je najjednoduchšia skúška, ktorá podáva informáciu o stave zorného poľa. Prebieha tak, že pacient má zakryté jedno oko a druhým fixuje oko vyšetrujúceho. Vyšetrujúci porovnáva rozsah vlastného zorného poľa so zorným poľom vyšetrovaného. Vyšetrujúci prezentuje vhodné podnety v rôznych kvadrantoch zorného poľa, na ktoré by mal vyšetrovaný reagovať. Ako podnety môžu byť použité prsty na ruke, svetelná tyčinka, ceruzka. S podnetom by sa malo pohybovať od periférie smerom do stredu až vyšetrovaný zahlási, že predmet vidí. Používané podnety sú v porovnaní s tými pri štandardizovaných metódach perimetrie značne nadprahové a je s nimi ťažšie skúšku spoľahlivo reprodukovateľ. Dôležitá je kontrola fixácie oka vyšetrujúceho, ak vyšetrovaný nespolupracuje, je možné sledovať len pohyb oka. Ak vyšetrovaný hlási problém s fixáciou tváre, môže to naznačovať prítomnosť paracentrálneho skotómu. Takéto orientačné vyšetrenie podá informáciu o kvadrante zorného poľa, v akom sa výpadok nachádza, avšak pri menších výpadkoch

nemusi byť táto skúška účinná. Pre jej nenáročnosť je možné ju použiť u pacientov na lôžku alebo u osôb s hendikepom. [1, 4, 19]

Amslerova mriežka

Amslerova mriežka je test, ktorý sa používa na odhalenie výpadkov v centrálnom zornom poli s rozsahom 20° v okolí makuly. Test pozostáva zo štvorcovej siete 20×20 s rozmerom 10 cm. Mriežka býva zvyčajne čierna na bielom pozadí. Testuje sa monokulárne do blízka na vzdialenosť 40 cm. Vyšetrovaný fixuje čierny bod v strede mriežky a hodnotí úplnosť a tvar mriežky. Test je pozitívny, ak sú prítomné malé výpadky (časti mriežky úplne zmiznú, vid' obr. 6 B) a metamorfopsie (deformácie mriežky, vid' obr. 6 C). [1, 3, 9]



Obr. 6 Amslerova mriežka, (A) normálny nález, (B) parafoveálny skotómom, (C) mikroskopické skreslenie spôsobené makulárnym edémom, prevzaté z [9]

3.2 Kinetická perimetria

Kinetická perimetria využíva pohybujúci sa stimul určitej veľkosti a intenzity na mapovanie zorného poľa s cieľom identifikovať oblasti s normálnou a zníženou citlivosťou na svetlo. Podnet pri vyšetrení postupuje z periférie zorného poľa smerom k jeho stredu po preddefinovanej trajektórii, označovanej ako vektor. Tento postup sa opakuje pozdĺž niekoľkých rôznych vektorov. Pacient vždy indikuje, keď zaregistruje pohybujúci sa podnet. Podnety sa prezentujú v pravidelných intervaloch po celej oblasti 360° , aby sa vytvorila mapa izosenzitivity, tiež nazývaná izoptera, pre konkrétny typ podnetu. Svetelný podnet a jeho intenzita, na ktorú vyšetrovaný zareaguje, definuje prah citlivosti v konkrétnom mieste zorného poľa. [2, 3, 4, 19]

Izoptery

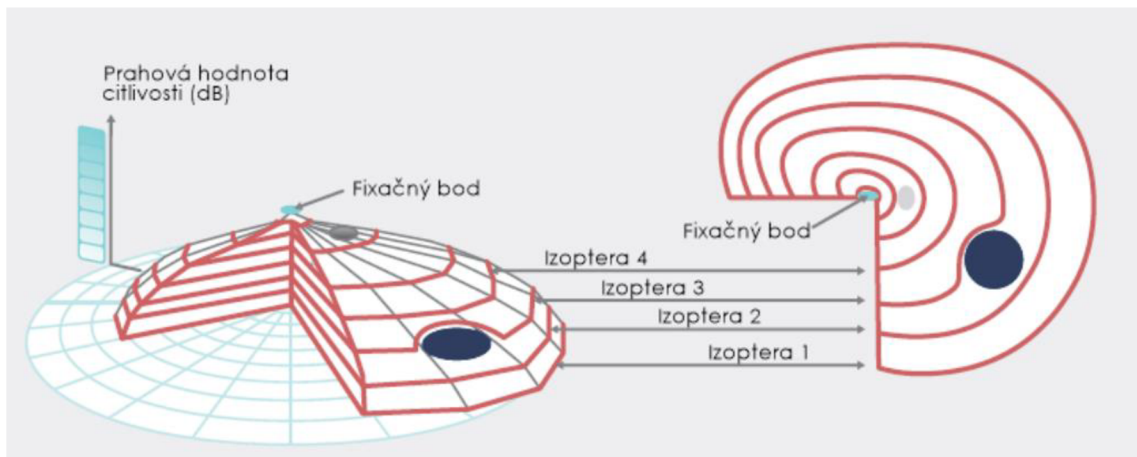
Izoptery predstavujú spojnice prahových hodnôt citlivosti na rovnaký typ svetelného stimulu. Pri dostatočnom množstve otestovaných vektorov s rôznymi podnetmi tvoria izoptery obrysovú čiaru kopca videnia (ang. hill of vision, HoV). Vyšetrenie je možné hodnotiť, ak schéma obsahuje aspoň tri izoptery a slepú škvrtu. Ak slepá škvrtka nie je počas vyšetrenia zaznamenaná, tak pacient s najväčšou pravdepodobnosťou stratil fixáciu. Kontrola fixácie by mala byť vykonávaná vyšetrujúcim cez okulár počas celého vyšetrenia. V prípade fyziologického zorného poľa izoptery ohraničujú oblasť videnia. Pri patologických prípadoch sa môžu v rámci izopter vyskytovať oblasti, v ktorých podnet vyšetrovanému zmizne, alebo ho vôbec nezaregistruje. V kopci videnia tieto výpadky predstavujú lokálne depresie, ktoré však nie je možné prvotne identifikovať pohybom podnetu. Na vykreslenie izoptery, ktorá predstavuje hranicu skotómu, sa používajú radiálne vektory vychádzajúce z miesta, v ktorom vyšetovaný uviedol, že stimul nevidí. [2, 4, 9]

Skotómy

Na rozdiel od statickej perimetrie, kinetická perimetria umožňuje lepšie definovať veľkosť a tvar skotómov v zornom poli vďaka vysokému priestorovému rozlíšeniu. Kinetická perimetria nie je plne automatizovaná a vyžaduje interakciu medzi pacientom a vyšetrujúcim. Pacient pri vyšetrení sleduje podnet pohybujúci sa pozdĺž celej trajektórie čo predstavuje množstvo bodov. Vyšetrujúci mapuje miesta, kde pacient prestal podnet vnímať, a má možnosť tieto oblasti následne detailnejšie preskúmať. Tento prístup umožňuje detailnú identifikáciu skotómov s ostrými hranami, ktoré sa vyskytujú napríklad pri kvadranopsii a hemianopsii alebo v pokročilých štádiách glaukómu. Vďaka pohybujúcim sa podnetom je možné za krátky čas otestovať pomerne rozsiahlu plochu periférneho zorného poľa presahujúceho 30°.

Kinetická perimetria je veľmi flexibilná a interaktívna, čo umožňuje jej prispôbenie schopnostiam pacienta. Ak pacient cíti únavu, je možné priebeh vyšetrenia kedykoľvek prerušiť. Keďže pohyblivé objekty sú zvyčajne ľahšie rozpoznateľné ako statické stimuly, kinetická perimetria sa často uprednostňuje pri pacientoch so zníženou zrakovou ostrosťou alebo u nespoľahlivých pacientov. Výstup z kinetickej perimetrie pripomína topografickú mapu, ktorá znázorňuje izoptery ako spojnice bodov s rovnakou hodnotou svetelnej citlivosti v dvojrozmernej mape.

Mapa obsahuje aj potenciálne výpadky a lokálne depresie zorného poľa. Na obr. 7 je vľavo znázornený trojrozmerný kopec videnia a vpravo sú jednotlivé izoptery premietnuté do dvojrozsmernej topografickej mapy. Tmavomodrý kruh reprezentuje lokálny skotóm. [2]



Obr. 7 Hill of vision vo forme topografického zobrazenia, upravené z [2]

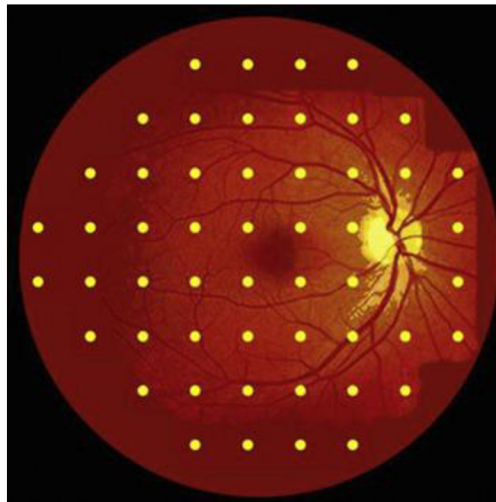
3.3 Statická perimetria

Statická perimetria je v súčasnosti najčastejšie používaným typom perimetrie. Pri statickej perimetrii sa prahy citlivosti zorného poľa určujú pomocou testovacích bodov, premietaných v testovanej oblasti. Tieto prahy citlivosti sa potom porovnávajú s normálnymi referenčnými hodnotami, ktoré by mali zodpovedať veku vyšetrovaného. Statické perimetre disponujú programami s preddefinovaným rozložením testovacích bodov, pričom celý priebeh merania je plne automatizovaný. Program tiež automaticky zaznamenáva spoľahlivosť merania. Na kontrolu správnej fixácie vyšetrovaného počas merania program občas premietne bod do oblasti slepej škvrny a očakáva, že vyšetrovaný nebude reagovať. Vyšetrovaný reaguje na svetelné podnety stlačením tlačidla, ktoré drží v ruke. [1, 2, 4, 19]

Počet a umiestnenie podnetov

Počet a umiestnenie testovacích podnetov závisí od charakteru vyšetrenia. Pri niektorých testovacích vzoroch môže byť problémom nízke priestorové rozlíšenie, ktoré má za následok nepresné definovanie hraníc skotómov, keďže analýza celého zorného poľa pomocou hustej siete bodov by bola veľmi časovo náročná. Cieľom

je otestovať dostatočne reprezentatívnu vzorku miest v zornom poli za krátky čas. Statická perimetria sa primárne zameriava na testovanie centrálného zorného poľa do 30° , pretože ide o najdôležitejšiu oblasť zrakových funkcií. Práve tu sa najčastejšie vyskytujú výpadky zorného poľa spojené s ochoreniami, ako je napríklad glaukóm. Iné testy, napríklad tie určené pre vodičov, môžu testovať celkový rozsah zorného poľa (viď kap. 3.4). Moderné perimetre ponúkajú širokú škálu preddefinovaných testovacích modelov. Na obr. 8 je testovací vzor premietnutý na snímku fundu, ktorý testuje 54 miest v rámci centrálného zorného poľa do 30° na štvorcovej matici. [4]



Obr. 8 Umiestnenie podnetov testu do 30° zorného poľa na snímke fundu, prevzaté z [4]

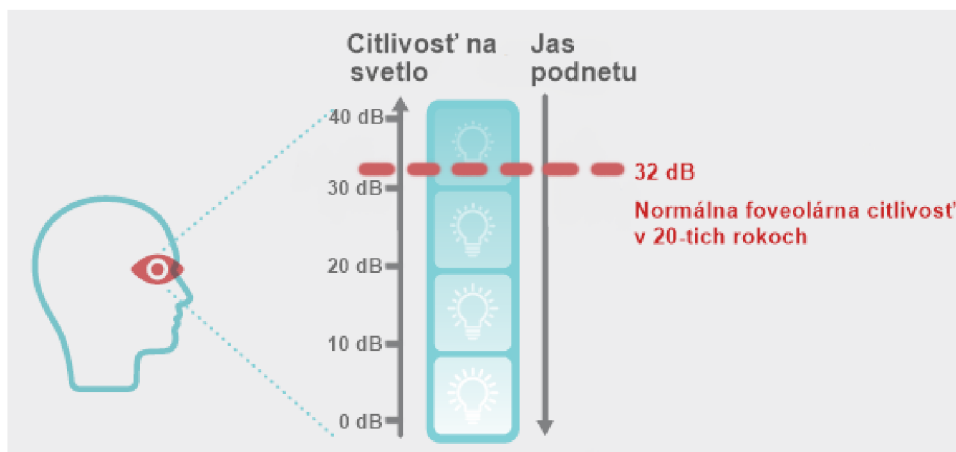
Typ podnetov

Podnety využívané pri perimetrii sú okrúhle biele stimuly, ktoré majú štandardnú Goldmanovu veľkosť III, čo je približne 4 mm^2 ($\sim 0,43^\circ$). Medzi ďalšie používané typy stimulov patria modré body na žltom pozadí, sínusové mriežky, vertikálne čiary a prstence. Alternatívne typy podnetov sa používajú pre ich lepšiu rozlišovaciu schopnosť a nižšiu variabilitu pri opakovaných meraniach. Prahová perimetria s použitím bielych podnetov sa označuje ako SAP (Standard Automated Perimetry). Stimuly sa prezentujú na bielom pozadí, ktoré je najčastejšie nastavené na Goldmanovu úroveň jasnosti 10 cd/m^2 . Intenzita osvetlenia pozadia poglobule perimetra ovplyvňuje výslednú retinálnu citlivosť. Akékoľvek ďalšie osvetlenie miestnosti sa považuje za rušivé, preto by sa malo v priebehu vyšetrenia minimalizovať. [1, 2]

Intenzita svetelného stimulu je vyjadrená množstvom svetelného výkonu (cd), ktorý je vyžarovaný alebo odrážaný zdrojom svetla na jednotku plochy. Je charakterizovaná v jednotkách cd/m^2 alebo v starších jednotkách apostilb (asb), kde $1 \text{ cd}/\text{m}^2$ zodpovedá 3,14 asb. V prípade perimetrie je citlivosť v decibeloch vyjadrená vzťahom,

$$dB = 10 * \log (L_{max}/L),$$

kde dB je prah citlivosti, L_{max} je maximálna hodnota jasů, ktorým môže perimeter zobrazit' stimul, a L je prahová hodnota jasů (vyjadrené v jednotkách asb). Intenzita podnetov je pri kvalitatívnych skriningových testovacích stratégiách nemenná a pri kvantitatívnych prahových stratégiách sa mení od 0,08 asb do 10000 asb, podľa typu perimetra a zvoleného programu. Pre porovnanie perimeter Humphrey (Zeiss) dokáže zobrazit' testovaný podnet s maximálnou intenzitou 10000 asb a perimeter Octopus (Haag-Streit) len s 4000 asb. Pre svetelný stimul platí, že čím je jasnejší tým ľahšie je okom rozpoznateľný (vid' obr. 9). [1, 2]



Obr. 9 Vzťah medzi citlivosťou na svetlo a jasom podnetu, upravené z [2]

Testovacie stratégie

Testovacie stratégie delíme na kvantitatívne a kvalitatívne. Kvantitatívne sú schopné presne odhadnúť hodnotu prahovej svetelnej citlivosti v danom bode, zatiaľ čo kvalitatívne pomáhajú určiť, či je stimul určitej intenzity viditeľný alebo nie. Výber optimálnej stratégie závisí od viacerých faktorov, pričom kľúčová je schopnosť pacienta absolvovať test so spoľahlivým výsledkom. Kvalitatívne testovacie stratégie sa používajú na posúdenie oblastí, ktoré nemajú klinický význam, ako je slepá škvrna alebo oblasť prekrytá viečkom v prípade ptózy, pri ktorých jednoducho určíme či je podnet viditeľný

alebo nie. Tieto stratégie poskytujú dostatočné vyhodnotenie aj pri testoch spôsobilosti viesť motorové vozidlo. [2, 4]

A) Skrínigové stratégie

Výber testovacieho algoritmu závisí od typu vyšetrenia. Pri skrínigových testoch sa väčšinou používa nadprahový algoritmus. Podnety sú spočiatku prezentované s vyššou intenzitou, ktorá je nastavená tak, aby ju pacient bez straty zorného poľa ľahko videl. Ak je podnet viditeľný, predpokladá sa, že v danom mieste sa nevyskytuje žiadna významná porucha a nie je potrebné ďalšie testovanie daného miesta. Nadprahové skrínigové testy sa radia medzi najrýchlejšie zo všetkých testovacích algoritmov. Niektoré nadprahové testy využívajú mnohopočetné stimuly, pri ktorých sa naraz zobrazia viac podnetov a pacient hlási ich počet. Pri nadprahových testoch s jedným podnetom pacient stlačí tlačidlo odpovede vždy, keď vidí podnet. Testy s jedným podnetom trvajú dlhšie a sú náchylné na pokles pozornosti a nesprávne odozvy. Pri skrínigovom vyšetrení sa využívajú tri základné typy stratégií. [2, 9]

1. Test s jedným stupňom intenzity

Pri tejto skrínigovej stratégii majú všetky testované body jednotnú úroveň jasnosti, štandardne nastavenú na 24 dB. Avšak kvôli prirodzenému poklesu citlivosti so zvyšujúcou sa excentricitou na sietnici, by musel byť defekt v centrálnom zornom poli oveľa väčší než defekt v periférii, aby ho táto stratégia dokázala odhaliť. [1, 9]

2. Prahový skrínig (stratégia snímkovania)

Táto stratégia na základe nameranej centrálnej a periférnej prahovej citlivosti vytvorí očakávanú HoV pre dané oko. Následne sú v každom testovacom bode prezentované podnety jasnejšie o 6 dB než predpokladaná prahová hodnota. [4, 6, 9]

3. Trojzónová stratégia (3- zóna)

Stratégia nadväzuje na prahový skrínig. V prípade, že pacient nepostrehne nadprahový podnet, dané miesto sa otestuje znovu s podnetom s maximálnou intenzitou 0 dB. Výsledky predstavujú tri zóny. Prvá je normálny výsledok, pri ktorom pacient zaregistroval nadprahový podnet. Druhý je relatívny defekt, kedy pacient v danom mieste nevidí nadprahový podnet ale zaregistruje

podnet s maximálnou intenzitou. Tretím je absolútny defekt, pri ktorom pacient nezaregistruje ani podnet s maximálnou intenzitou. [2, 4, 9]

B) Prahové stratégie

V prípadoch, kde je známa porucha zorného poľa alebo pri neurologických patologických stavoch sa používajú rozsiahle prahové algoritmy s vysokou presnosťou. Odhad prahovej hodnoty je stanovený v každom testovacom mieste pomocou série zobrazených podnetov, ktorých intenzita sa mení podľa vopred stanoveného analytického modelu. Poznáme tri typy prahových stratégií.

1. Plne prahová

Program pri plnej prahovej stratégii spočiatku zmeria prahovú citlivosť v primárnych bodoch v každom kvadrante zorného poľa. Následne sa táto hodnota využije ako východisková pri meraní prahovej citlivosti v okolitých bodoch, tým sa ušetrí čas testovania. Takýmto spôsobom sa odstupňuje intenzita ďalších susedných bodov a postupne prejde celým testovacím vzorom. Intenzita prezentovaného podnetu sa znižuje alebo zvyšuje podľa reakcií pacienta. Primárne body sú testované dvakrát pre stanovenie prahových hodnôt citlivosti, rovnako ako body, v ktorých sa citlivosť líši od susedného bodu o viac ako 4 dB. [4, 8]

2. Plne prahová z predošlých dát

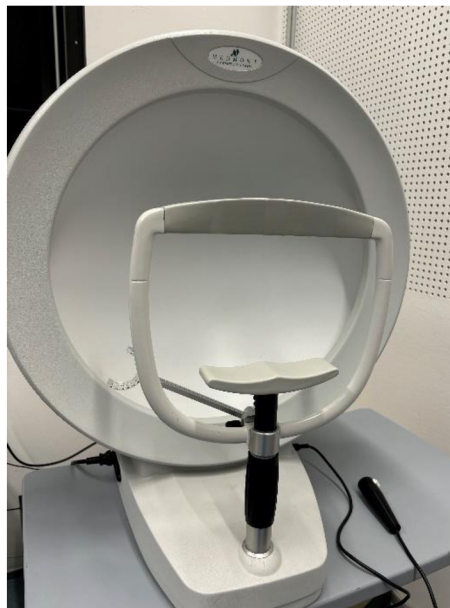
Začiatočná prahová hodnota pre každý bod je nastavená podľa výsledkov získaných v predchádzajúcom testovaní na danom mieste. Táto stratégia skracuje čas testovania v prípade, že v systéme už existuje predchádzajúci záznam vyšetrenia zorného poľa pacienta. [4, 8]

3. Rýchla prahová (Fast Threshold)

Pri rýchlej prahovej stratégii je výber úrovne intenzity podnetu na konkrétnom testovacom mieste určený rovnakými pravidlami ako v prípade plnej prahovej stratégie, teda využitím nameraných okolitých bodov. Táto stratégia umožňuje skrátiť čas testovania hlavne tým, že prahová hodnota sa určuje ako priemer medzi posledným zaregistrovaným a nezaregistrovaným podnetom. V oblastiach zorného poľa, ktoré sa približujú k normálnym hodnotám sa citlivosť určí s presnosťou približne ± 1 dB. V miestach kde sa vyskytujú závažnejšie poruchy sa presnosť merania odhaduje približne na ± 5 dB. [2, 4, 8]

3.4 Prístroj Medmont M700

Medmont M700 je automatizovaný statický periméter, ktorý bol použitý v praktickej časti práce. V praxi slúži na diagnostiku porúch a sledovanie zorného poľa. Vďaka implementácii pokročilých funkcií poskytuje spoľahlivé výsledky rýchlych prahových testov zorného poľa, ktoré zároveň zlepšujú komfort pacienta. Program Medmont M700 umožňuje komplexnú kontrolu priebehu testov a vykonáva ich s vysokou presnosťou. [7]



Obr. 10 Perimeter Medmont M700

Špecifikácie prístroja

Perimeter sa skladá z polgule s priemerom 30 cm. Vnútro polgule obsahuje sadu zadných projekčných LED diód, ktoré vytvárajú svetelné stimuly. Tieto stimuly majú LED bledozelenú farbu s vlnovou dĺžkou 565 nm a sú premietané v 16 úrovniach intenzity od maximálneho jasu 0 dB do minimálneho jasu 46 dB. Podnety majú štandardnú Goldmanovu veľkosť III (0,43°). Zadné podsvietenie polgule je nastavené na 10 asb, čo odpovedá 3,2 cd/m². Pre zachovanie vysokej presnosti meraní by mal byť umiestnený do čistého prostredia, ktoré je možné úplne zatemniť, aby na povrch polgule nedopadalo rušivé okolité osvetlenie. Stimuly sú prezentované po dobu 0,2 sekundy, pričom štandardný reakčný čas pacienta je normálne nastavený na 1,1 sekundy. Pri všetkých testoch sa neustále monitoruje reakčný čas pacienta a na základe neho sa dynamicky upravuje rýchlosť prezentácie stimulov v rozmedzí od 0,1 sekundy do 9,9 sekundy. [6, 7]

Typy testov

Software M700 obsahuje niekoľko preddefinovaných testovacích vzorov. Medzi testy, ktoré ho odlišujú od iných perimetrov, patrí napríklad test s blikajúcim podnetom, binokulárny test pre šoférov a test dvojitého videnia. V štandardnom rozsahu 30° sa obvykle využíva 100 testovacích bodov. V makulárnej oblasti do 3° je hustota koncentricky rozmiestnených bodov zvýšená, pre presnejšiu lokalizáciu defektov. Perimeter poskytuje rozsiahlu diagnostiku zorného poľa pacientov s možnosťou testovania až do 80°. [6, 7]

1) Test dvojitého videnia

Test dvojitého videnia je špecifický test perimetra Medmont M700, ktorý dokáže mapovať poruchy binokulárneho videnia v rôznych oblastiach zorného poľa. Podnety pri tomto teste sú zobrazované niekoľko sekúnd, aby mal pacient čas sa rozhodnúť a zareagovať či vidí podnet dvakrát alebo len raz. Ak vidí jeden podnet stlačí tlačidlo pre odpovede raz, ak vidí dva podnety, tak ho stlačí dvakrát. Test takto mapuje 21 bodov v zornom poli do približne 30° a vymedzí oblasti dvojitého videnia. [6]

2) Stredový test

Stredový test je zameraný na centrálnu časť do 30°. Používa sa ako skriningový test pre vstupné vyšetrenie zorného poľa. V kombinácii so stratégiou prahového testovania je možné odhaliť a ďalej sledovať prípadné defekty v zornom poli. [6]

3) Test pre šoférov

Pri vedení vozidla je dôležité mať normálny horizontálny rozsah zorného poľa a neporušené centrálnu časť zorného poľa, aby človek včas zareagoval na prekážky nachádzajúce sa na boku alebo pred ním. Pri teste pre šoférov sa testuje najprv zorné pole do 50°, čo predstavuje maximálny rozsah perimetra Medmont M700. Potom sa testovací vzor dočasne rozšíri až na 80° temporálne pomocou dvoch excentrických fixačných bodov. Medmont je vybavený aj binokulárnym vodičským testom, ktorý je podobný tomu monokulárnemu, ale pacient je testovaný binokulárne a môže mať nasadenú vlastnú korekciu. [6]

4) Glaukómový test

Testovacie vzory pre glaukóm sú navrhnuté so zvýšenou hustotou bodov v paracentrálnej oblasti v rámci 30°, čím sa zjednodušuje identifikácia paracentrálnych skotómov, ktoré sú pre glaukóm typické a môžu byť inými vzormi prehliadnuté. Body sú strategicky rozložené v súlade s priebehom nervových vlákien na sietnici. Testovací vzor je celkovo posunutý k nazálnej strane, kde siaha až do 50° zorného poľa a testuje tu viac bodov než na temporálnej strane. Toto rozloženie zohľadňuje častejší výskyt výpadkov na nazálnej strane zorného poľa. Ak je zorné pole obmedzené na oblasť makulárneho videnia a testovanie mimo túto oblasť už neposkytuje žiadne ďalšie diagnosticky relevantné informácie, je možné použiť makulárny test v rozsahu 10°. Tento test umožňuje monitorovať zostatkové videnie v oblasti s vyšším rozlíšením. [2, 6]

5) Neurologický test

Neurologické poruchy spôsobujú rôznorodé a charakteristické defekty zorného poľa, ktoré sú úzko spojené s konkrétnym miestom poškodenia zrakových dráh (viď kap. 2). Adekvátne zhodnotenie spomínaných defektov zorného poľa vyžaduje komplexný testovací vzor s hustým rozmiestnením testovacích bodov v makule, slepej škvrne a v centrálnych častiach zorného poľa. Perimeter Medmont M700 disponuje špeciálnym neurologickým testom, ktorý slúži k rýchlemu vyhodnoteniu. Test vyhodnocuje zorné pole v rozsahu 50°, pričom sa nesústreďuje na oblasti obkolesené bodmi s citlivosťou 0 dB, ktoré už boli otestované, a automaticky vyhodnotí celú oblasť ako nevidenú. Test sa zameriava na iné, netestované oblasti, a tým sa upravuje a skracuje doba testovania. [2, 6]

6) Test blikaním

Test s blikajúcimi podnetmi je špecifickým testom perimetra Medmont M700, ktorý dokáže generovať blikajúce podnety. Intervaly medzi zapnutím a vypnutím podnetov sú rovnaké, mení sa len frekvencia blikania podnetu. V strede zorného poľa je frekvencia blikania najvyššia (18 Hz), a so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od stredu sa postupne znižuje. Test siaha až do 22° zorného poľa, kde podnet bliká s frekvenciou 6 Hz. Pacient reaguje len v prípade, že vníma podnet ako blikajúci. Ak bod vidí ale nevníma blikanie, nemal by naň reagovať. Test kontroluje falošne negatívne reakcie pomocou testovacích statických bodov. Ak na ne pacient zareaguje zaznamenaná reakcia a vyhodnotí ju ako falošne pozitívnu. [2, 6]

4 Kvalita vyšetrenia zorného poľa

Základné charakteristiky poskytujú prehľad o stave zorného poľa. Sú užitočné na objektívne hodnotenie a klasifikáciu závažnosti výpadkov, a v neposlednom rade sú to parametre, ktoré sa porovnávajú pri vyhodnocovaní zmien v čase. Vzhľadom na subjektívnu stránku vyšetrenia dochádza vplyvom rôznych faktorov k pacientovej strate pozornosti alebo chybným reakciám, ktoré vedú k nespoľahlivým výsledkom vyšetrenia a je dôležité ich identifikovať. Perimetre zaznamenávajú niekoľko ukazovateľov kvality vyšetrenia zorného poľa, ktoré pomáhajú identifikovať spoľahlivosť výsledkov. Nedôveryhodné výsledky zorného poľa sa môžu vyskytnúť z viacerých dôvodov. Môžu byť spôsobené nekonzistentným správaním pacienta spôsobeným únavou, efektom učenia, rozptýlením, nepochopením zadania testu alebo snahou ovplyvniť výsledok. Pochybit' môže aj vyšetrujúci pri príprave pacienta (nevhodná korekcia) a zadávaní vstupných informácií (vek, testované oko). Okrem toho artefakty v zornom poli môžu pochádzať z prekážky, ktorá bráni vo videní. Prekážku môžu predstavovať poklesnuté viečka alebo nesprávne vycentrovaná korekčná šošovka. Vyšetrujúci môže značne zvýšiť kvalitu vyšetrenia nastavením okolitých podmienok a poučením pacienta. [2, 4, 8]

4.1 Základné charakteristiky vyšetrenia

Indexy zorného poľa poskytujú celkový prehľad o zornom poli a predstavujú štatistické parametre, ktoré zachytávajú informácie o celom zornom poli v jednom čísle bez ohľadu na lokalizáciu defektov. Tieto indexy môžu byť užitočné v porovnaní a sledovaní výsledkov v čase. Pre tieto indexy sú známe normatívne hodnoty, ktoré však môžu byť závislé na nastavení daného typu perimetra, a akýkoľvek výkyv od týchto hodnôt môže byť ukazovateľom patologických zmien v zornom poli. Dve základné hodnoty sú priemer a štandardná odchýlka celkových defektov. Priemerná odchýlka prahovej citlivosti všetkých meraných bodov v zornom poli od normálnej prahovej citlivosti pre daný vek sa nazýva Mean defekt (MD). Normálny MD je približne 0 dB s odchýlkou 2 dB. MD je kľúčovým indexom pre sledovanie progresie poškodenia zorného poľa. Ďalším indexom popisujúcim zorné pole je Mean sensitivity (MS), ktorá

je určená priemerom prahových citlivostí sietnice vo všetkých meraných bodoch zorného poľa. MS vyjadruje priemernú výšku hill of vision (HoV), ktorá s vekom fyziologicky klesá. Niektoré označenia indexov sa môžu líšiť v závislosti od výrobcu perimetra, rovnako ako normálne rozmedzia hodnôt. Nižšie budú opísané indexy zorného poľa špecifické pre perimeter Medmont M700, ktoré boli využité pri štatistike v experimentálnej časti práce. Celkový defekt a Pattern defekt sú kalkulované na základe databázy prístroja, ktorá obsahuje prahové hodnoty citlivosti normálnych očí v rôznych vekových skupinách. [2, 4, 8, 9]

Celkový (Overall) defekt (OD)

Celkový defekt (OD) značí priemerný rozdiel medzi HoV, ktorá zodpovedá vekovému normálu, a priemernou odchýlkou HoV u pacienta. Ak je celkový defekt záporný znamená to, že citlivosť v HoV u pacienta je menšia než je vekový normál. Pre hodnotu OD z hľadiska veku existujú rozhrania hodnôt rozdelené podľa závažnosti, ktoré sa už môžu vyhodnotiť ako porucha (do 45 rokov OD = -2,6 až -4,92, pre 45 – 60 rokov OD = -2,8 až -6,10 a nad 60 rokov OD = -3,2 až -8,91). [6]

Pattern defekt (PD)

Index pattern defekt charakterizuje mieru priestorovej korelácie a stupeň zhlukovania odchýlok v zornom poli a ich závažnosť. Vyjadruje priemernú hodnotu odchýlky v jednom bode v HoV pacienta a jeho susedných bodov. Ak sú výpadky v zornom poli a odchýlky HoV náhodne rozmiestené hodnota PD bude malá. Za závažnú hodnotu sa považuje PD = 7,5 a viac. [6]

Δ HoV a HoV3

Ďalšími indexami, ktoré slúžia k vyhodnoteniu výsledkov testov sú Δ HoV a HoV3. Index Δ HoV je lineárne klesajúci parameter dB/10° a vyjadruje lineárny pokles citlivosti zorného poľa na každých 10° vzdialenosti od stredu zorného poľa. Δ HoV v podstate určuje sklon kopca videnia. Index HoV3 vyjadruje priemernú hodnotu prahovej citlivosti 3° od stredu zorného poľa. [6]

4.2 Ukazovatele spoľahlivosti

Pri vyšetrení zorného poľa perimeter zaznamenáva mieru spoľahlivosti pacienta, ktorá je odvodená zo skúšok falošne pozitívnych a falošne negatívnych reakcií, ktoré sú zahrnuté do testovacej schémy. Počas testovania je automaticky kontrolovaná strata fixácie, ktorá tiež ovplyvňuje celkovú kvalitu výsledkov. [2, 9]

Strata fixácie

Monitorovanie strát fixácie v priebehu testu je dôležitým ukazovateľom spolupráce pacienta. Perimeter testuje miesto slepej škvŕny s podnetom najvyššej intenzity (0 dB), ktorú mapuje niekoľkokrát na začiatku a v priebehu testu. Ak pacient nefixuje na žlté fixačné svetlo a zareaguje na podnet stlačením tlačidla, program vyhodnotí reakciu ako stratu fixácie. Na konci vyšetrenia program vyhodnotí stratu fixácie percentuálne a v pomere videných a nevidených podnetov. Strata fixácie, ktorá je vyššia než 20 % sa hodnotí ako nízka spoľahlivosť pacienta. Pozor treba dávať na zdanlivo nízku stratu fixácie u pacientov s rozsiahlymi skotómami v oblasti slepej škvŕny (viď kap. 2.2 napr. temporálna hemianopia). Pacienti totiž nevidia podnety, ktorými sa testuje strata fixácie. Ich reakcie sú vyhodnotené ako správne, aj keď v konečnom dôsledku môžu vykonávať rozsiahle pohyby očami, ktoré však program nevyhodnotí ako stratu fixácie. [2, 4, 8]

Falošne pozitívne reakcie

Falošne pozitívne reakcie sú časté u trigger-happy pacientov. Falošne pozitívne odpovede sa zaznamenávajú vtedy, keď pacient reaguje, aj keď nie je prezentovaný žiadny podnet. Takíto pacienti často nechápu povahu testu, alebo chcú pozitívne ovplyvniť výsledok. Na identifikáciu falošne pozitívnych reakcií prístroj vykoná všetky kroky ako pri normálnej prezentácii podnetu, ale žiadny svetelný podnet neukáže. Tým, že sa naruší rytmus testovania prestávkou, počas ktorej nie je prezentovaný žiadny podnet, program odhalí či pacient len stereotypne nekliká tlačidlo na reakcie. Ak pacient zareaguje, ide o falošne pozitívnu odpoveď. Miera falošne pozitívnych reakcií sa vypočíta ako pomer falošne pozitívnych reakcií k celkovému počtu skúšobných podnetov. Výsledky vyšetrenia s veľkým počtom falošne pozitívnych reakcií vykazujú abnormálne vysoké hodnoty prahovej citlivosti a to môže viesť k podhodnoteniu rozsahu a hĺbky defektov v zornom poli. [4, 6, 8]

Falošne negatívne reakcie

Program perimetra zaznamená falošne negatívnu reakciu, keď pacient nezaregistruje podnet v oblasti, v ktorej už predtým v priebehu vyšetrenia podnet videl. Počet falošne negatívnych odpovedí sa získava opakovaným testovaním miesta s podnetom s nadprahovou intenzitou. Falošne negatívne reakcie sú vo výsledku vyjadrené pomerom videných a nevidených testovacích podnetov, ale aj percentuálne. Pri pokročilom poškodení zorného poľa je interpretácia falošne negatívnych reakcií komplikovaná a percento falošne negatívnych reakcií môže dosiahnuť až 50 %. Falošne negatívne reakcie odhalia únavu, stratu pozornosti a prípadne stratu fixácie počas testovania. [4, 6, 8]

Spôľahlivosť testu

Spôľahlivosť testu poskytuje súhrnné informácie o spolupráci pacienta v priebehu vyšetrenia. Spôľahlivosť testu je počítaná ako pomer falošne pozitívnych a negatívnych reakcií k celkovému počtu prezentovaných pozitívnych a negatívnych skúšobných podnetov, pričom miera reakcií by obvykle nemala presiahnuť 15 %. [8]

4.3 Faktory ovplyvňujúce kvalitu vyšetrenia

Existuje množstvo faktorov, ktoré môžu ovplyvniť kvalitu výsledkov vyšetrenia zorného poľa. Pri vyhodnocovaní zorného poľa je dôležité rozlíšiť reálne a zdanlivé výpadky, ktoré môžu byť následkom prekážky pred okom, nedostatočnej spolupráce pacienta alebo iných vonkajších faktorov. Napríklad nesprávna poloha pacienta môže viesť k nesprávnej fixácii a v spojení s predradenou korekčnou šošovkou ku vzniku artefaktov v zornom poli. Relatívne novú prekážku predstavovala nutnosť nasadenej ochrany dýchacích ciest, ktorá sa stala súčasťou vyšetrenia zorného poľa počas pandémie a je ďalej rozoberaná v experimentálnej časti práce. [2, 8]

Efekt učenia

Nedôsledné správanie zo strany pacienta môže ovplyvniť kvalitu vyšetrenia, a to napríklad nepochopením testovania, strachom z výsledku, nepohodou a únavou. Pri opakovanom testovaní sa u pacienta sa môže prejaviť efekt učenia, to znamená, že pri prvom vyšetrení môžu byť zaznamenané výpadky a pokles citlivosti v zornom poli,

ktoré sa pri opakovanom testovaní nepreukážu. Príčinou tohto efektu môže byť fakt, že pacienti často nie úplne rozumejú podstate testu a váhajú, či majú stlačiť tlačidlo, keď vidia slabé podnety v blízkosti prahu citlivosti. Kvôli vplyvu tohto efektu by sa v niektorých prípadoch mali za dôveryhodné považovať výsledky z opakovaného tretieho vyšetrenia, pri ktorom je predpoklad, že pacient sa oboznámil s testom a zvládne ho spoľahlivo dokončiť. [2, 8, 17]

Fatigue efekt

Testy zorného poľa vyžadujú plné sústredenie a pozornosť pacienta. Vzhľadom na časovú náročnosť niektorých testov sa môže stať, že sa na pacienta dostaví fatigue efekt, inými slovami unaví sa a jeho odpovede môžu byť menej presné. Vyšetrenie je možné prerušiť prestávkou, pacient môže žmurkať, zavrieť oči a v prípade suchého oka sa môžu pred vyšetrením použiť zvlhčujúce kvapky. Prínosnejšie je však nahradiť zdĺhavé testovacie prahové stratégie, ktoré môžu trvať až 20 minút, kratšími nadprahovými, aby sa znížila testovacia doba. [2, 8]

Trigger happy patient

Niektorí pacienti sa snažia vedome alebo nevedome pozitívne ovplyvniť výsledok testu zorného poľa (napr. v prípade ak je ohrozená ich schopnosť viesť vozidlo alebo ak sa obávajú zlej diagnózy). Takíto pacienti sa nazývajú trigger happy pacienti, ktorí stláčajú tlačidlo na reakcie, aj keď podnet nevidia. Počas vyšetrenia je dôležité pozorne sledovať falošne pozitívne reakcie, ktoré pomáhajú odhaliť trigger happy pacientov. Vo výsledku bude mať zorné pole nadpriemerne vysoké hodnoty citlivosti a prípadné výpadky nebudú vôbec zachytené. [8, 9, 17]

Prekážky v zornom poli

Ak pacient potrebuje pri testovaní korekčnú šošovku, mala by byť správne usadená v držiaku čo najbližšie pri oku a pacient by mal mať hlavu a čelo v opierke tak, aby šošovka bola vycentrovaná na stred oka. V inom prípade môže okraj držiaku a šošovka predstavovať prekážku, ktorá môže nepriaznivo ovplyvniť testovanie zorného poľa. Ak okraj skúšobnej šošovky bráni v zornom poli pacienta, výsledky budú vykazovať absolútne defekty v periférii. Ak šošovka nie je správne vycentrovaná, dochádza typicky k polkruhovému zúženiu v periférii, čo môže pripomínať arkuálny typ skotómu (viď kap. 2.2). [2, 9, 16]

Črty tváre

Pri vyšetrení je dôležité sledovať tiež štruktúry tváre pacienta. Výrazný nos, vystupujúce nadočnicové oblúky, dlhé mihalnice môžu prirodzene obmedzovať zorné pole, čo môže viesť k nesprávnej interpretácii výsledkov. V takomto prípade sa odporúča mierne otočiť alebo nakloniť hlavu pacienta, aby sa minimalizoval zásah častí tváre do zorného poľa. Ptóza a poklesnutá koža viečok (dermatochaláza) môžu prekážať pri testovaní podnetov v hornej časti zorného poľa. Aby sa zabránilo artefaktom spôsobeným ptózou, je možné použiť pásku na zdvihnutie viečka. Treba však dbať na to, aby pacient mohol voľne žmurkať. [2, 9, 17]

Veľkosť zrenice

Zrenica riadi množstvo svetla vstupujúceho do oka a ak je príliš úzka, celková citlivosť na svetelné stimuly sa zníži, čo vo výsledku vedie k falošnému poklesu prahovej citlivosti v zornom poli. Jej veľkosť je nutné zohľadniť pri porovnávaní výsledkov. Aby boli výsledky dôveryhodné musí mať zrenica priemer aspoň 3 mm. Perimetrické vyšetrenie by malo prebiehať v zatemnenej miestnosti, čím sa predchádza problémom so zúžením zrenice. [2]

Respirátor a rúško

Tvárové masky, ktoré sú primárne určené na ochranu dýchacích ciest, môžu predstavovať prekážku pri vyšetrení zorného poľa, najmä ak sú nasadené nesprávne alebo svojím tvarom zasahujú do testovanej oblasti. Respirátory so širokými alebo nesprávne prispôbenými okrajmi môžu brániť v periférnom videní. U pacientov, ktorí potrebujú pri vyšetrení predradenú korekciu, môže vydychovaný vzduch cez horný okraj masky spôsobiť zahmlievanie korekčnej šošovky. Hoci nejde o priamu prekážku v zornom poli, zachytávanie kondenzátu na šošovke ovplyvňuje citlivosť v zornom poli. Respirátory sú vyrábané z niekoľkých vrstiev syntetického textilu a sú vybavené tesniacimi pásmi v oblasti nosa, ktoré zabezpečujú správne vytvarovanie a pevné prilnutie. Nasadený respirátor, najmä ak nie je dobre prispôbený, spôsobuje nepohodlie, čo môže ovplyvniť celkové sústredenie a pozornosť pacienta. V experimentálnej časti práce bolo skúmané, či použitie náplasti v oblasti koreňa nosa ovplyvňuje kvalitu výsledkov vyšetrenia s respirátorom (viď ďalej kap. 5). [10, 11, 14, 21]

5 Vplyv respirátora na vyšetrenie zorného poľa

Experimentálna časť bola zameraná na nežiadúci vplyv nasadeného respirátora pri vyšetrení zorného poľa. Dostupné štúdie [1, 2] poukázali na vznik artefaktov v zornom poli u pacientov s očnou hypertenziou a glaukómom, s nesprávne nasadeným respirátorom v priebehu vyšetrenia. Vznik artefaktov bol spôsobený zarosením korekčnej šošovky pred vyšetrovaným okom. Ďalej uvádzali zredukovanie týchto artefaktov a zlepšenie spoľahlivosti testu po prilepení respirátora náplast'ou ku koreňu nosa.

Cieľom našej štúdie bolo preskúmať vplyv nasadeného respirátora na vyšetrenie zorného poľa s predradeným korekčnou šošovkou prostredníctvom automatizovaného statického perimetra Medmont M700 (Medmont Pty Ltd, Camberwell, Austrália). Merania prebiehali dvakrát, raz so správne nasadeným respirátorom a druhýkrát s respirátorom prilepeným náplast'ou v oblasti koreňa nosa, aby sa zabránilo priechodu vydychovaného vzduchu. Skúmané boli prípadné falošné výpadky zorného poľa spôsobené zarosením korekčného skla. Bolo predpokladané, že nasadený respirátor zapríčini vznik falošných výpadkov v zornom poli a v dôsledku zarosenia korekčnej šošovky sa v priebehu vyšetrenia zníži spoľahlivosť testu. Druhým cieľom bolo zistiť, či nalepenie respirátora náplast'ou v oblasti koreňa nosa zamedzí prípadnému zaroseniu skla a tým aj zlepšeniu výsledkov.

5.1 Metodika a súbor probandov

Na výskume sa zúčastnilo 30 ľudí (6 mužov a 24 žien) s priemerným vekom 21,7 rokov a smerodajnou odchýlkou 1,47 roku. Pred meraním boli účastníci oboznámení o postupe a prípadných rizikách výskumu. Každý účastník po oboznámení podpísal informovaný súhlas v súlade s Helsinskou deklaráciou podľa Svetovej lekárskej asociácie. Výskum prebiehal v laboratóriu katedry optiky na Prírodovedeckej fakulte. Časová náročnosť výskumu pre probandov bola 20 min na jedno meranie. Meranie prebiehalo dvakrát v časovom rozpätí jedného týždňa, pričom sa vždy dodržal čas a doba dňa kedy sa test uskutočnil. Merané bolo zorné pole vždy len pravého oka.

Pri testovaní bol použitý glaukómový test s Fast treshold stratégiou na automatickom perimetri Medmont M700. Priemerný čas výkonu testu bol 6 min 37 s. Pri prvom meraní mali probandi nasadený respirátor a pri druhom meraní bol respirátor prilepený ku koreňu nosa náplast'ou. Použitá náplast' bola hypoalergénna transparentná a vyrobená z transparentného porézneho materiálu s polyakrylátovým lepidlom. Bežne sa používa pri upevnení obvazov a kanýl v zdravotníctve. Pri meraní bol použitý respirátor GPP2 s triedou ochrany FFP2 NR bez ventilu (General Public s.r.o., Karlovy Vary, Česká republika). Respirátor mal jednu univerzálnu veľkosť. Probandi boli poučení ako si správne nasadiť a utesniť respirátor podľa pokynov výrobcu. Pri prvom meraní dostali nový nepoškodený respirátor, pred nasadením sa vytvarovala nosová svorka, aby správne sadla na koreň nosa a aby respirátor neodstával. Mal by tesne doliehať k tvári hlavne v oblasti nosa a brady, k upevneniu slúžia elastické popruhy, ktoré by mali byť umiestnené za ušami. Podľa pokynov výrobcu je doba použitia jednorazových respirátorov zvyčajne od 3 do 8 hodín. Vzhľadom k tomu, že probandi mali nasadený respirátor len približne 10 minút, bol uschovaný v hygienickom obale a použitý opakovane pri druhom meraní.

Pri meraní mali probandi pred okom predradenú korekčnú šošovku s vlastnou korekciou na diaľku, pri emetropických očiach bola predradená plan šošovka. U žiadneho s probandov nebola potrebná adícia na blízko. Pred meraním boli do programu perimetra vyplnené údaje o veku a stávajúcej korekcií probandov, ďalej im bol predstavený priebeh testu. Ich úlohou bolo sledovanie fixačnej značky a vnímanie periférnych svetelných podnetov zobrazovaných v rámci zvolenej testovacej stratégie. Počas vyšetrenia mali v ruke tlačidlo, prostredníctvom ktorého reagovali pri zaznamenaní svetelného podnetu. Bradu a čelo mali opreté v plastovej opierke perimetra. Merané bolo vždy len jedno oko a nevyšetrované oko bolo prekryté klapkou. Pred vyšetrovaným okom bolo v dostatočnej vzdialenosti umiestnené korekčné sklo v držiaku, ktorý bol súčasťou perimetra. Poradie dvoch meraní bolo náhodné.

1. Meranie s nasadeným respirátorom

Probandovi bol pridelený respirátor, ktorý si nasadil podľa pokynov. Meranie prebiehalo v zatemnenej miestnosti. Pred spustením testu bol pacient skontrolovaný, vzhľadom v tomu, že respirátor sa mohol pri opretí brady v opierke prístroja posunúť od tváre. Sledované bolo aj korekčné sklo, aby sa zistilo či dochádza k jeho zaroseniu

pri vydychovaní vzduchu cez horný okraj voľne nasadeného rúška. Do vyšetrenia sa nevstupovalo ani sa nejako neprerušovalo.

2. Meranie s nasadeným respirátorom prilepeným náplast'ou

Druhé meranie prebehlo po týždni, približne v rovnakom čase dňa. Respirátor z prvého merania bol použitý opakovane. Pri druhom meraní bol postup rovnaký. Proband si nasadil respirátor, s tým rozdielom, že respirátor bol prilepený ku koreňu nosa približne 2 cm až 2,5 cm dlhým kúskom náplasti do takej výšky, aby náplast' samotná neprekážala probandovi (viď obr. 11). Merané bolo rovnaké ako pri prvom meraní. Typ použitého testu a ostatné podmienky v laboratóriu ostali bez zmeny.



Obr. 11 Respirátor prilepený náplast'ou ku koreňu nosa

5.2 Analýza dát

Dáta súhrne charakterizujúce spoľahlivosť vyšetrenia zorného poľa (strata fixácie, falošne pozitívne a negatívne reakcie, spoľahlivosť celého testu), ďalej súhrnné charakteristiky zorného poľa (celkový defekt (OD), pattern defekt (PD), charakteristiky HoV) a čas boli medzi meraním s náplast'ou a bez náplasti párovo porovnávané vhodným

štatistickým testom, vid' nižšie. Hill of vision bola popísaná pomocou citlivosti vo vzdialenosti 3° od stredu zorného poľa (HoV3) a zmenou citlivosti (ΔHoV) na 10°.

Analýza citlivosti jednotlivých bodov zorného poľa u figurantov bola podrobnejšia. Testovací vzor, ktorý bol použitý pri meraní, obsahoval 103 testovaných bodov, 52 v hornej a 51 v dolnej polovici. U každého figuranta bola spočítaná zmena v danom bode, medzi meraním len s respirátorom a respirátorom s náplast'ou. Ďalej bol spočítaný priemerný rozdiel v jednom bode pre celé zorné pole a samostatne pre hornú a dolnú polovicu zorného poľa. Následne bola testovaná odlišnosť týchto rozdielov od nuly.

Dáta boli súhrne reprezentované priemernými hodnotami a smerodajnými odchýlkami, prípadne tiež mediánom a 1. a 3. kvartilom. Normalita dát bola hodnotená Shapiro-Wilkovým testom. Pre párové porovnanie dát bol využitý párový t-test (v prípade normálne rozdelených dát) alebo Wilcoxonov párový neparametrický test (v ostatných prípadoch). Odchýlka priemeru normálnych dát od nuly bola hodnotená jednovýberovým t-testom.

Všetky testy sa vykonávali na hladine významnosti 0,05. V texte sú tiež uvedené medzné hladiny významnosti p , pri ktorých by práve došlo k zamietnutiu testovanej hypotézy. Štatistické testy boli vykonané v programe STATISTICA 13.4 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA), dopĺňujúce výpočty v programe MS Excel 2016 (Remond, WA, USA).

5.3 Výsledky

Charakteristiky vyšetrenia a súhrnné charakteristiky zorného poľa

Priemerné hodnoty, smerodajné odchýlky, mediány a kvartily nameraných dát sú uvedené v tab. 1 (pre meranie s respirátorom bez náplasti) a v tab. 2 (pre meranie s respirátorom s náplast'ou). Hodnoty v tabuľkách pre oba respirátory sú porovnateľné, len s miernymi rozdielmi v priemerných hodnotách a štandardných odchýlkach. Patrný je drobný nárast falošne pozitívnych a negatívnych reakcií pri respirátore s náplast'ou. Štatistické porovnanie dát však nezistilo žiadne signifikantné odchýlky medzi jednotlivými parametrami. Wilcoxonov párový test: strata fixácie $p = 0,95$, falošne

pozitívne reakcie $p = 0,55$, falošne negatívne reakcie $p = 0,41$, spoľahlivosť testu $p = 0,42$, pre HoV3 $p = 0,56$; párový t-test: celkový defekt $p = 0,28$, pattern defekt $p = 0,53$, Δ HoV $p = 0,70$, doba trvania testov $p = 0,79$. Keďže rozdiely všeobecných parametrov charakterizujúcich zorné pole boli nesignifikantné, v ďalšej analýze sa podrobne porovnávali jednotlivé body citlivosti v zornom poli.

Tab. 1 Priemerné hodnoty a smerodajné odchýlky (SD), medián, 1. a 3. kvartil parametrov vyšetrenia s nasadeným respirátorom

Respirátor									
	Strata fixácie	Falošne pozitívne	Falošne negatívne	Spoľahlivosť testu	OD	PD	Δ HoV (dB/10°)	HoV3 (dB)	Doba merania (min)
Priemer	0,09	0,029	0,019	8,2	1,1	2,54	2,17	26,97	6,65
SD	0,10	0,048	0,040	1,8	1,1	0,48	0,59	1,24	0,53
Medián	8,25	0	0	9	0,87	2,48	2,20	26,55	6,67
1. Kvartil	0,81	0	0	7	0,37	2,24	1,85	25,93	6,26
3.Kvartil	12,38	4,30	0	9	2,06	2,79	2,58	27,85	6,96

Tab. 2 Priemerné hodnoty a smerodajné odchýlky (SD), medián, 1. a 3. kvartil, parametrov vyšetrenia s nasadeným respirátorom s náplastou

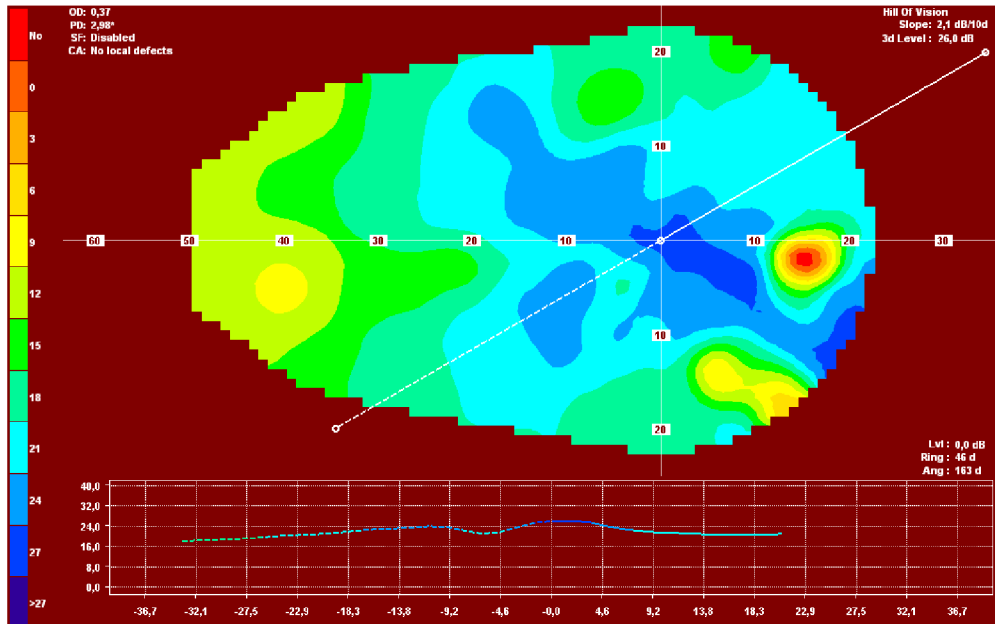
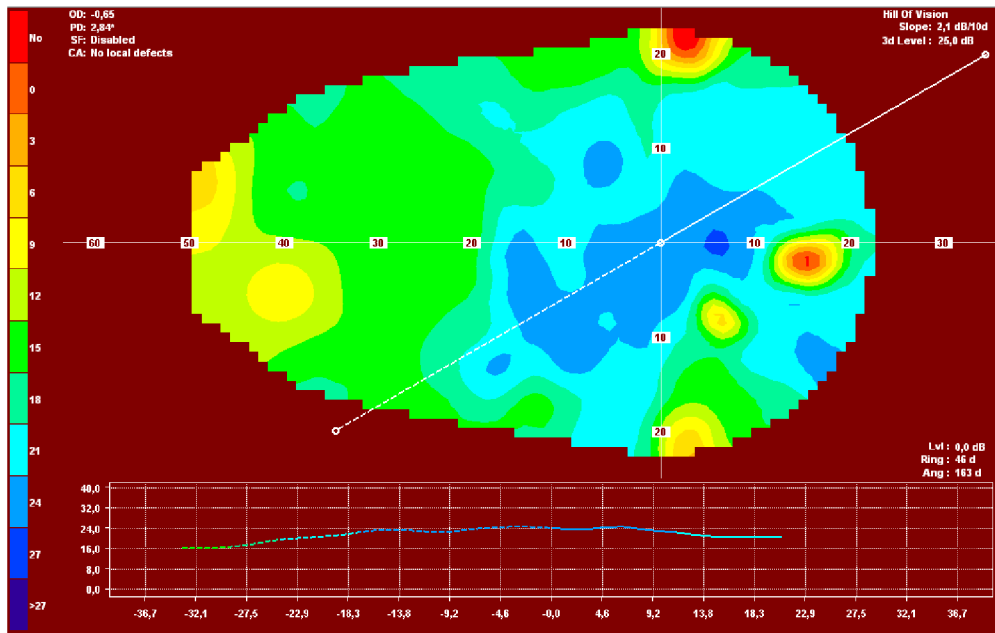
Respirátor s náplastou									
	Strata fixácie	Falošne pozitívne	Falošne negatívne	Spoľahlivosť testu	OD	PD	Δ HoV (dB/10°)	HoV3 (dB)	Doba merania (min)
Priemer	0,09	0,034	0,025	8,0	1,3	2,59	2,12	27,08	6,63
SD	0,10	0,042	0,044	1,6	1,0	0,47	0,60	1,16	0,59
Medián	5,72	1,85	0	8	1,07	2,55	2,15	26,65	6,57
1.Kvartil	3,70	0	0	7	0,62	2,22	1,75	26,23	6,23
3.Kvartil	12,59	6,55	5,36	9	2,05	2,97	2,58	28,15	7,04

Porovnanie rozdielov v jednotlivých bodoch zorného poľa

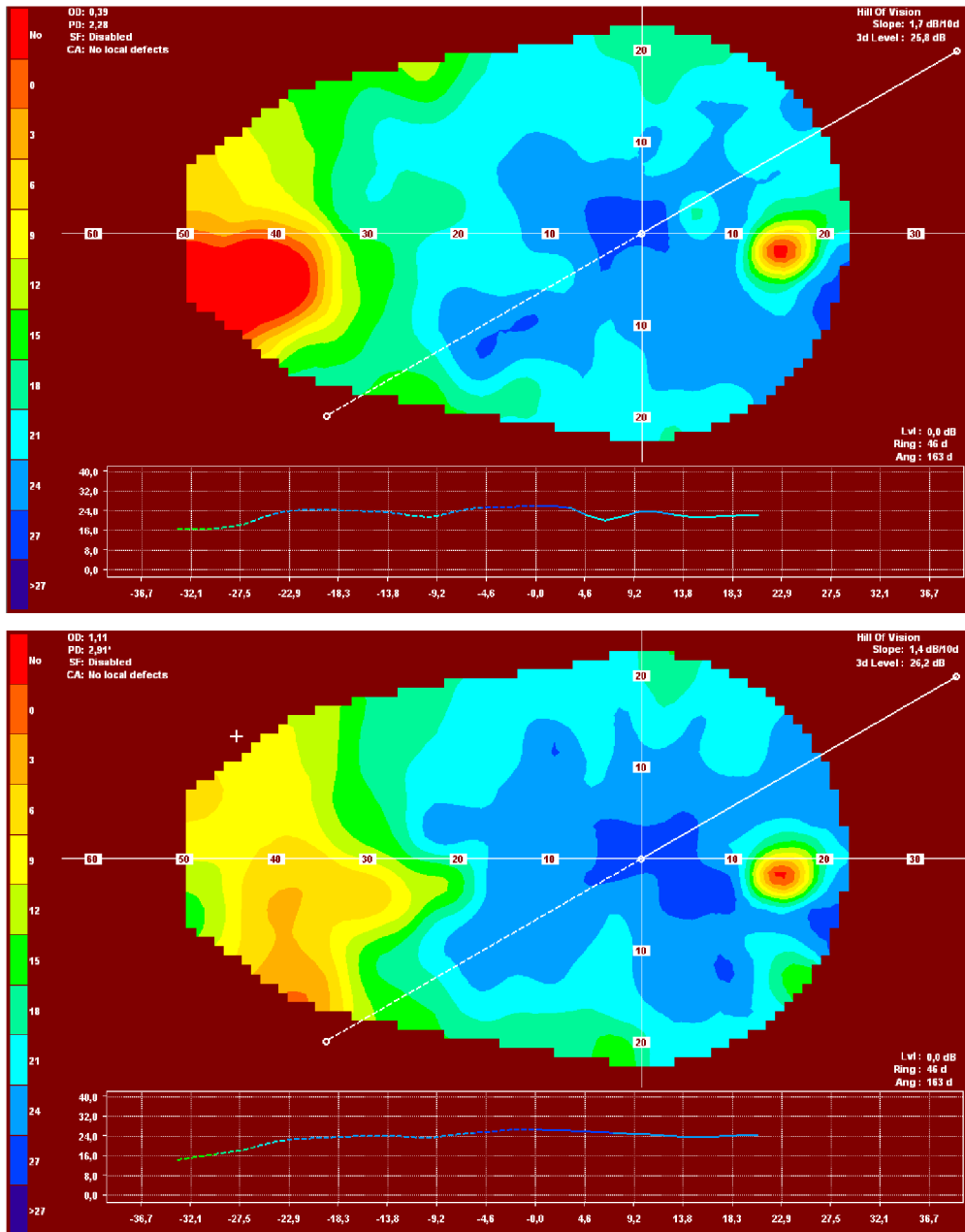
Tab. 3 Priemerné rozdiely a smerodajné odchýlky (SD) meraných bodov v celom zornom poli a v jeho jednotlivých poloviciach, prepočítané na jeden bod, kladná hodnota znamená väčšiu citlivosť v prípade respirátora s náplastou

Zorné pole			
	Celé	Horná polovica	Dolná polovica
Počet bodov	103	52	51
Priemer na 1 bod	0,20	0,21	0,19
SD	0,89	1,07	0,93

Tabuľka 3 obsahuje počet meraných bodov v zornom poli, ktoré boli porovnávané. Tabuľka udáva priemerné rozdiely na jeden bod a ich smerodajné odchýlky (SD) vzhľadom k celému zornému poľu, jeho hornej a dolnej polovici. Výsledky sú vo všetkých prípadoch kladné, t.j. citlivosť s respirátorom s náplastou bola mierne vyššia. Príklady zorných polí vyšetrených s i bez použitia náplasti sú uvedené na obr. 12 a obr. 13. Na obr. 12 sú pri vyšetrení bez náplasti v zornom poli viditeľné oblasti so zníženou citlivosťou. Strata fixácie bola až 45 %, čo mohlo byť spôsobené samotným respirátorom alebo iným faktorom (napr. nesústreďením). Kvôli vysokému počtu falošne negatívnych (15 %) a falošne pozitívnych reakcií (7 %) bola celková spoľahlivosť testu slabá. Pri opakovanom meraní s náplastou bol výsledok testu spoľahlivejší a v zornom poli sa nenachádzali miesta so zníženou citlivosťou, klesol aj počet falošne pozitívnych reakcií. Na obr. 13. je vidieť pokles citlivosti v dolnej nazálnej časti zorného poľa pri meraní s náplastou. Pri meraní s respirátorom bola na rovnakom mieste v zornom poli citlivosť znížená až na 0 dB, čo by sa pri vizuálnom hodnotení mohlo javiť ako skotóm. Avšak priemerné rozdiely na jeden meraný bod podľa štatistickej analýzy, jednovýberový t-test: $p = 0,23$ pre bod v celom zornom poli, $p = 0,29$ pre horný meridián a $p = 0,27$ pre dolný meridián, nie sú významne odlišné od 0.



Obr. 12 Farebná mapa citlivosti zorného poľa – difúzne zníženie citlivosti v zornom poli, výsledok bez náplasti (hore) a s náplast'ou (dole), Fast treshold glaukómový test



Obr. 13 Farebná mapa citlivosti zorného poľa – výrazné nazálne zníženie citlivosti v zornom poli, výsledok bez náplasti (hore) a s náplast'ou (dole), Fast treshold glaukómový test

5.4 Diskusia

V súvislosti s koronavírusovou pandémiou COVID-19 sa objavila nutnosť nosenia ochrany horných dýchacích ciest, ktorá bola v niektorých prípadoch doporučená, inokedy priamo nariadená štátom. Význam mala najmä v miestach so zvýšenou koncentráciou osôb, ako sú zdravotnícke zariadenia. Toto sa premietlo i do vyšetovania zorného poľa, pri ktorom bolo nutné použitie príslušnej ochrany, ktorá nie vždy dobre tesnila. Táto situácia sa často riešila napríklad použitím fixačnej náplasti. V prípade netesnenia však mohlo dochádzať napríklad k zaroseniu korekcie a zhoršeniu výsledkov. Nepresnosti vo výsledkoch mohli nastať aj kvôli posunutiu okraja masky od tváre.

Hlavným cieľom našej štúdie bolo zistiť, či použitie fixačnej náplasti v oblasti nosa pri nasadenom respirátore ovplyvní jednak priebeh a spoľahlivosť vyšetrenia zorného poľa, jednak jeho kľúčové charakteristiky a citlivosť v jednotlivých bodoch. Namerané dáta nepreukázali, že by sa v akomkoľvek sledovanom parametri oba prístupy merania štatisticky významne líšili. V prípade porovnávania rozdielov v jednotlivých bodoch zorného poľa sme taktiež štatisticky nezaznamenali významný rozdiel. Všetky rozdiely boli kladné, to znamená, že citlivosť v zornom poli bola vyššia pri použití respirátora s náplastou.

Predchádzajúce štúdie, zaoberajúce sa touto problematikou však zistili, že nasadenie ochrany dýchacích ciest môže spôsobiť chyby vo výsledkoch vyšetrenia zorného poľa. V sérii kazuistik v štúdiu [11] bolo demonštrované ako nasadené chirurgické rúško môže spôsobiť chyby vo výsledkoch vyšetrenia zorného poľa u pacientov s podozrením na glaukóm a glaukómových pacientov, v dôsledku zahmlievania skúšobnej šošovky. Výsledky a spoľahlivosť testov sa u 4 zo 6 pacientov zlepšila po prilepení rúška náplastou ku koreňu nosa. Avšak v porovnaní so zdravými mladými účastníkmi, ktorí sa zúčastnili v našej štúdiu, pacienti s glaukómom mohli vykazovať premenlivejšiu prahovú citlivosť a ich odpovede mohli byť nekonzistentnejšie. Taktiež typ použitého ochranného rúška, ktoré mali pacienti nasadené sa líšil od respirátora použitého v našej štúdiu v utesňovacom mechanizme pri koreni nosa. Aby sa zabránilo zahmlievaniu korekčnej šošovky vydychovaným vzduchom, v štúdiu [12] tiež odporúčajú prelepiť tvárovú masku náplastou ku koreňu nosa, v štúdiu [13] použili 2 masky na tvár alebo ďalšou možnosťou je použiť chirurgické rúško s viazaním za hlavou, ako v štúdiu [14].

V štúdií [10] porovnávali zorné pole mladého zdravého pacienta s nesprávne nasadeným chirurgických rúškom, a správne nasadeným rúškom. Výsledkom bolo, že zle priliehajúce ochranné rúško predstavovalo príčinu vzniku artefaktov v zornom poli, ktoré napodobňovali patologické zrkové defekty v zornom poli. Štúdia [10] došla k záveru, že zahmlievanie alebo zlé nasadenie ochrany tváre ovplyvňuje vyšetrenie zorného poľa u mladých aj starých ľudí, ako aj u zdravých a chorých pacientov. Doterajšie štúdie potvrdili vplyv nasadeného rúška pri vyšetrení zorného poľa a zlepšenie výsledkov po prilepení rúška [10, 11], išlo však len o kazuistiky a výsledky vyšetrení porovnávali hlavne vizuálne. V týchto štúdiách chýbala štatistická analýza ako aj detailnejšie porovnanie jednotlivých charakteristík vyšetrenia zorného poľa. Vo výsledkoch našej štúdie sme signifikantný rozdiel medzi dvoma prístupmi s nasadeným respirátorom a respirátorom s náplastou nepreukázali. Vybrané výsledky vyšetrenia zorného poľa na obr. 12 a obr. 13 miesta obsahujú miesta zníženou citlivosťou. Nie je vylúčené, že v danom mieste v oblasti nosa prekážal práve respirátor a v prípade vizuálneho porovnávania takýchto výsledkov by sa dalo tvrdiť, že po prilepení náplastou sa výsledok zlepšil.

Keďže počas pandémie COVID-19 ochrana dýchacích ciest predstavovala nový nepriaznivý faktor pri vyšetrení zorného poľa, v praxi by ideálne vyšetrujúci mal informovať pacienta o význame správne nasadeného respirátora pred začatím testu. Zabezpečenie respirátora s využitím odporúčaných techník by mohlo zabrániť zahmlievaniu alebo jeho posunutiu. V súčasnosti už nie je nutnosť nosiť respirátor, a tak sa v praxi s týmto obmedzením v rámci vyšetrenia zorného poľa už viac nestretávame.

Záver

Cieľom práce bolo zistiť vplyv respirátora na vyšetrenie zorného poľa. Práca sa skladá z teoretickej a experimentálnej časti. Teoretická časť bola rozdelená do 4 kapitol. Prvá kapitola obsahovala popis zorného poľa vrátane rozloženia svetelnej citlivosti na sietnici oka. V druhej kapitole boli rozobraté poruchy zorného poľa a jednotlivé typy výpadkov v zornom poli. V kapitole boli ďalej popísané vybrané očné ochorenia, ktoré spôsobujú špecifické výpadky v zornom poli. Ťažiskom práce bola tretia kapitola, ktorá sa zaoberala vyšetrením zorného poľa so zameraním na statickú perimetriu. Kapitola obsahovala bližší popis prístroja Medmont M700 a špecifikácie jeho jednotlivých testov. Popísané boli tiež orientačné metódy vyšetrenia a kinetická perimetria. Štvrtá kapitola pojednávala o kvalite vyšetrenia a boli v nej popísané súhrnné charakteristiky opisujúce vyšetrenie zorného poľa a jeho spoľahlivosť. V kapitole boli tiež popísané faktory ovplyvňujúce kvalitu vyšetrenia zorného poľa, a to jednak správanie pacienta, ale aj vonkajšie faktory a prekážky pri vyšetrení. V experimentálnej časti práce bol skúmaný vplyv nasadeného respirátora pri vyšetrení zorného poľa. V metodike experimentu sú opísané dve merania na prístroji Medmont M700, prvé s nasadeným respirátorom a druhé meranie s respirátorom prilepeným náplast'ou v oblasti koreňa nosa. Cieľom dvoch meraní bolo zistiť, či použitie fixačnej náplasti v oblasti nosa pri nasadenom respirátore ovplyvní priebeh a spoľahlivosť vyšetrenia zorného poľa. Vo výsledkoch sa štatistickou analýzou porovnávali jednotlivé charakteristiky vyšetrenia a súhrnné charakteristiky zorného poľa.

Tento výskum vychádzal z obdobia celosvetovej pandémie COVID-19, kedy vznikali nové nariadenia týkajúce sa ochrany zdravia a potreby nosiť ochranu dýchacích ciest. Zle priliehajúce tvárové masky mohli predstavovať nový nežiadúci faktor ovplyvňujúci jednak kvalitu a spoľahlivosť vyšetrenia, ale aj pohodlie pacienta. Úprava respirátora prilepením náplasti mohla pomôcť predchádzať pohybu respirátora a zabrániť zahmlievaniu. Avšak výsledky štatistickej analýzy nášho výskumu nepotvrdili významný vplyv respirátora na vyšetrenie zorného poľa.

Zoznam použitej literatúry

- [1] KUCHYNKA P. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [2] RACETTE L., FISHER M., BEBIE H., HOLLÓ G. *Visual Field Digest*. 6th ed. Haag-Streit AG, 2016. ISBN 978-3-033-05854-5.
- [3] WALL M. *Encyclopedia of the Neurological Sciences, Visual field*. Second Edition. Oxford: Academic Press, 2014. ISBN 978-0-12-385158-1.
- [4] HENSON D. *Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology. Perimetry*. Elsevier, 2017. ISBN 978-0-12-809324-5.
- [5] ROZSÍVAL P. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [6] MEDMONT STUDIO PATIENT MANAGEMENT – příručka uživatele. Camberwell, Victoria, Australia, 2001.
- [7] CMI. *Automatický perimeter M700*. [online]. © 2017 [cit. 2024-02-08]. Dostupné z: <https://www.cmi.sk/sk/automaticky-perimeter-m700-0>.
- [8] SKORKOVSKÁ K. *Perimetrie*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5282-2.
- [9] JASON J. S. BARTON, BENATAR M. *Field of Vision. A Manual and Atlas of Perimetry*. Totowa NJ. Humana Press. 2003. ISBN: 1-58829-175-8.

- [10] YOUNG SU LING et al. Visual Field Artifacts From Face Mask Use. *Journal of glaucoma* vol. 29,10 (2020): 989-991.
- [11] EL NIMRI, NEVIN W et al. Visual Field Artifacts in Glaucoma With Face Mask Use During the COVID-19 Pandemic. *Journal of glaucoma* vol. 29,12 (2020): 1184-1188.
- [12] KARABAGLI Y. et al. Adhesive bands to prevent fogging of lenses and glasses of surgical loupes or microscopes. *Plastic and reconstructive surgery* vol. 117 (2006): 718-719.
- [13] PATIL S. R., WEIGHILL F. J. The use of two face masks to prevent clouding of spectacles and surgical visors. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* vol. 82, 6 (2000): 442.
- [14] JORDAN D. J., PRITCHARD-JONES R. Tying a surgical mask to prevent fogging. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* vol. 96, 2 (2014): 165.
- [15] MANLONG X. et al. Visual field progression in retinitis pigmentosa. *Investigative ophthalmology and visual science* vol. 61, 6 (2020): 56.
- [16] ZALTA A. H. Lens rim artifact in automated threshold perimetry. *Ophthalmology* vol. 96, 9 (1989): 1302-1311.

- [17] CATARINA J. A. et al. Effect of correcting peripheral refractive errors on retinal sensitivity in younger and older healthy adults. *Optometry and vision science: American Academy of Optometry* vol. 100, 4 (2023): 248-254.
- [18] DANESH MEYER H. V., MCGHEE C. N. J. Implications of COVID-19 for Ophthalmologists. *American journal of ophthalmology*. vol. 223 (2021): 108–118.
- [19] CARROLL J. N., JOHNSON CH. A. *Visual Field Testing: From One Medical Student to Another*. Ophthalmology and Visual Sciences. [online]. © 2013 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://eyerounds.org/tutorials/VF-testing>.
- [20] PERELLO NIETO M. Human visual pathway. [online]. © 2015 [cit.2024-04-09]. Dostupné z https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Human_visual_pathway.
- [21] LIEBMANN J. M. *Ophthalmology and Glaucoma Practice in the COVID-19 Era*. *Journal of glaucoma* vol. 29, 6 (2020): 407-408.