

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLMOUCI
KATEDRA OPTIKY

MOTILITA OKA

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Monika Kaucká

Obor: R11452 optometrie

Studijní rok: 2013/2014

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

RNDr. František Pluháček, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Motilita oka vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Františka Pluháčka, Ph.D. za použití literatury a dalších zdrojů uvedených v závěru práce.

V Olomouci 30. 4. 2014

.....

Monika Kaucká

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomáhali při vytvoření bakalářské práce, zejména svému vedoucímu RNDr. Františku Pluháčkovi Ph. D. za užitečné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytl. Tento text vznikl za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem „optometrie a její aplikace“, č. IGA_PrF_2014015.

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod..... | 6 |
| 1 Okohybný systém oka | 7 |
| 1.1 Struktura okohybných svalů..... | 9 |
| 1.2 Tenonská membrána | 9 |
| 1.3 Svalové aponeurózy | 10 |
| 1.4 Motorické nervy oka a jejich jádra..... | 11 |
| 1.4.1 Jádra n. III..... | 12 |
| 1.4.2 Jádra n. IV..... | 13 |
| 1.4.3 Jádra n. VI..... | 13 |
| 2 Fyziologie očních pohybů | 15 |
| 3 Monokulární pohyby očí | 18 |
| 3.1 Klouzavý pohyb očí | 18 |
| 3.2 Mikrosakadické pohyby očí | 18 |
| 3.3 Tremor..... | 19 |
| 4 Binokulární pohyby očí | 20 |
| 4.1 Sakadické oční pohyby | 20 |
| 4.2 Plynulé sledovací oční pohyby..... | 21 |
| 4.3 Vergence | 21 |
| 5 Motilita oka | 22 |
| 5.1 Inkomitantní odchylky | 22 |
| 5.1.1 Duanův retrakční syndrom..... | 23 |
| 5.1.2 Brownův syndrom..... | 24 |
| 5.1.3 Obrna n. III. – oculomotorius | 25 |
| 5.1.4 Obrna n. IV. – trochlearis | 26 |
| 5.1.5 Obrna n. VI. – abducens | 27 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2 | Vyšetřování motility..... | 28 |
| 5.2.1 | H test | 28 |
| 5.2.2 | Hessovo plátno..... | 29 |
| 5.2.3 | Hessův test na PC | 31 |
| 5.2.4 | Lancasterův štít | 33 |
| 5.2.5 | Leesův štít | 34 |
| 5.2.6 | Rybova tabule | 35 |
| 5.2.7 | Test na principu fenoménu hlavy a loutky..... | 37 |
| | Závěr | 38 |
| | Použité zdroje | 39 |

Úvod

Zrak je jedním z nejdůležitějších smyslových orgánů, kterým přijímáme většinu informací z okolí, a je třeba o něj pečovat. Ve své bakalářské práci se budu zabývat motilitou oka a jejím vyšetřováním. Cílem práce je vytvořit přehled možných vyšetřovacích metod a vysvětlení principu fungování jednotlivých testů, které se používají pro vyšetření motility. Pod pojmem motilita oka rozumíme hybnost očních bulbů. Samotnou pohyblivost oka zajišťuje šest okohybných svalů, které pracují společně a vyrovnaně. Jejich činnost je řízena podle dvou hlavních zákonů. Hlavním úkolem okohybného systému je zachování jednoduchého binokulárního vidění a udržení stálé fixace v různých pohledových směrech.

Pokud je narušena činnost okohybných svalů, dochází k poruchám motility a vzniká asymetrie v pohyblivosti a postavení očí. Porucha motility oka je většinou zapříčiněná poraněním v oblasti hlavy a očnice nebo může nastat problém v motorickém systému zrakového ústrojí. Odchytky mohou být buď dlouhodobé, které nepotřebují rychlé řešení nebo nově vzniklé, jenž je potřeba co nejrychleji odhalit a řešit.

Text nejprve shrne problematiku okohybného systému oka a seznámí s fyziologií monokulárních a binokulárních očních pohybů. Stěžejní část mé bakalářské práce tvoří popis jednotlivých testů pro vyšetřování motility a vysvětlení principu jejich použití. Rychlým a nenáročným testem, který bychom měli provádět při každé refrakci, můžeme zjistit okohybnou odchylku a začít ji řešit.

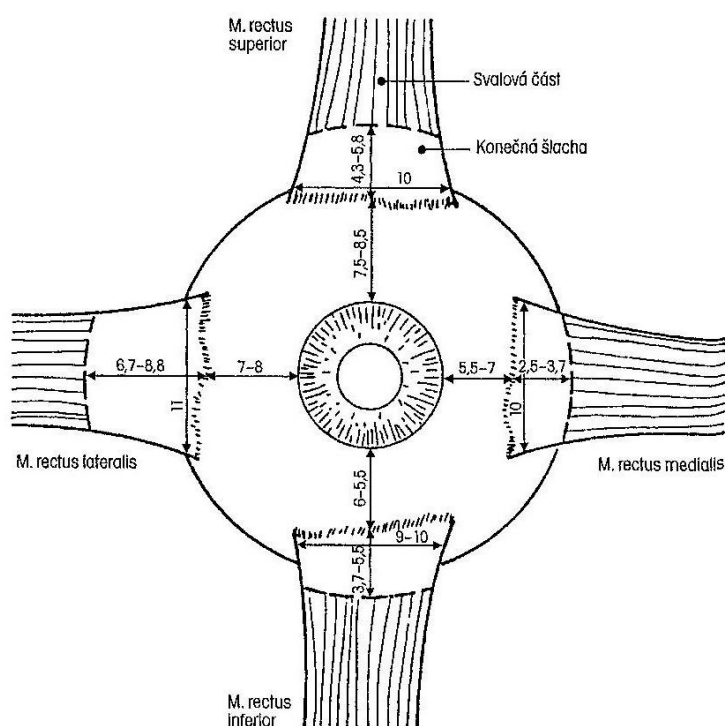
1 Okohybný systém oka

Úkolem okohybného systému oka je zajistit stálou fixaci očí a udržet jednoduché binokulární vidění v nejrůznějších pohledových směrech. Oči jsou uloženy v kostěné očníci na tukovém polštáři, který zastupuje kloubní jamku a umožňuje volný pohyb očí do stran ve všech rovinách. Samotný pohyb očí zajišťují okohybné svaly. Okohybné svaly můžeme rozdělit na svaly extraokulární (zevní), kterými se budu dále zabývat, a svaly intraokulární (vnitřní). Mezi intraokulární svaly patří musculus sphincter pupillae a musculus dilatator pupillae, které se účastní zornicových reakcí – miózy a mydriázy. Dále pak musculus ciliaris, který umožňuje změnu tvaru čočky tzv. akomodaci. [1-3]

Hybnost oka zprostředkovává šest příčně pruhovaných extraokulárních svalů, čtyři přímé a dva šikmé, které jsou uloženy v orbitě blízko jejich stěn. Jejich inervaci zajišťují hlavové nervy III., IV., a VI. Mezi přímé svaly patří: horní přímý sval (musculus rectus superior), dolní přímý sval (musculus rectus inferior), vnitřní přímý sval (musculus rectus medialis) a zevní přímý sval (musculus rectus lateralis). Šikmé svaly jsou: horní šikmý sval (musculus obliquus superior) a dolní šikmý sval (musculus obliquus inferior).

Všechny okohybné svaly kromě dolního šikmého svalu začínají na šlachovém prstenci (anulus tendineus communis zinnii) uloženém v hrotu orbity. Uvnitř centrálního otvoru prstence probíhají okohybné nervy, nervus oculomotorius, nervus abducens, nervus nasociliaris a větev oftalmické vény. Uvnitř šlašitého prstence probíhá ještě oční nerv a oční tepna. Dolní šikmý sval začíná na periostu maxily za nazálním dolním okrajem očníce pod crista lacrimalis anterior.

Svalová část přímých svalů je tvořena z paralelně probíhajících svalových vláken, která se směrem dopředu rozšiřují a končí širokým šlachovým úponem. Jejich délka se pohybuje okolo 40 mm, nejdelší je horní přímý sval a nejkratší dolní přímý sval, který má 37 mm. Svalovina se napojuje na různě dlouhé šlachy. Nejdelší šlachou má zevní přímý sval a nejkratší vnitřní přímý sval. Šíře šlachy se pohybuje okolo 9 – 11 mm. Sklerální úpon svalů je plošný, položen šikmo a zasahuje hluboko do sklerální tkáně. Úpony přímých svalů leží na tzv. Tillauxově spirále (obr. 1). [1-3]



Obrázek č. 1 – Šlachové úpony svalů a jejich vzdálenosti od limbu [2]

Na obrázku můžeme vidět, že nejbližše limbu se nachází musculus rectus medialis a nejvzdálenější úpon má musculus rectus superior. Vzdálenost úponu od limbu je okolo 5,5 – 8,5 mm. Šikmé svaly se liší od přímých tím, že jejich svalová část je méně plošná a upínají se až za ekvátorem. Ačkoliv horní šikmý sval začíná stejně jako přímé svaly v anulu tendineu communi, jeho průběh je odlišný. Začíná na prstenci v hrotu orbity nad horním přímým svalem a jeho šlašitá vlákna se upevňují přímo k orbitě. Svalová vlákna začínají na začátku svalu, probíhají přímo dopředu a lehce nazálně. V horním vnitřním kvadrantu očnice se přibližují k očnícovému okraji, kde se otáčejí okolo chrupavčité kladky (trochley).

Trochlea má prstenčítý tvar, je 4 – 5 mm dlouhá a skládá se z pevných vláken hyalinní chrupavky. Před kladkou přechází svalové břicho ve válcovou šlachu, která v kladce volně klouže. Odtud pak horní šikmý sval zahýbá laterálně dolů ke svému úponu těsně za ekvátorem v temporálním horním kvadrantu bulbu. Na tomto svém oddílu se kříží s průběhem horního přímého svalu tak, že ho podchází. [1-3]

1.1 Struktura okohybných svalů

Okohybné svaly jsou tvořeny příčně pruhovanými svalovými vlákny. Tyto svaly vykazují stálou aktivitu a jejich rychlá a přesná změna kontrakce je důležitá pro binokulární vidění. Na rozdíl od kosterního svalstva jsou vlákna očních svalů jemnější, tenčí a probíhají celou délkou svalu. Tloušťka těchto svalů značně kolísá, silnější vlákna se nachází v centru svalu a ty nejjemnější v zevních partiích. Svalová vlákna očních svalů vykazují histologicky speciální skladbu, při které je centrální svazeček fibril obklopen jinými fibrilami, které ho koncentricky nebo spirálovitě obkružují. Každé svalové vlákno obsahuje mnoho elastických vláken. Jednotlivá svalová vlákna jsou uspořádaná do svazečků s vlastním pojivovým obalem, v němž je opět mnoho elastických vláken. Účastní se pasivní kontrakce, která následuje bezprostředně po stahu antagonistického svalu. Mezi svazečky probíhají cévy a nervy. Z elektrofyzilogického a histologického hlediska se svalová vlákna dělí na dva typy [2, 3]:

1. **Vlákna typu A** – tlustá svalová vlákna, která jsou inervována dalšími silnějšími nervovými vlákny (větší než 7 μm) a reagují obdobně jako kosterní svalstvo, vždy když podnět dosáhne prahové hodnoty. Síla kontrakce vlákna je pak vždy maximální a je provázána elektrickými akčními potenciály. Míra kontrakce celého svalu závisí na počtu mobilizovaných motorických jednotek a na frekvenci jejich výbojů. Tato vlákna pak zajišťují rychlé, fáziké oční pohyby.
2. **Vlákna typu B** – jemná svalová vlákna, která jsou inervována jemnějšími nervovými vlákny (menší než 7 μm). Vlákna typu B reagují pomalu, a proto zajišťují fúzní a pomalé sledovací pohyby. V kosterním svalstvu se tyto vlákna nevyskytují. Velikost stahu závisí na stupni dráždění. Aktivita není provázána akčními potenciály, ale stupňovanou membránovou depolarizací.

1.2 Tenonská membrána

Okohybné svaly mají za úkol hybnost bulbu a také upevňovat bulbus v orbitě. K tomu je určen pojivový systém membranózního charakteru, který vytváří pochvy kolem okohybných svalů a tzv. tenonskou membránu, která je zahuštěná v jakési

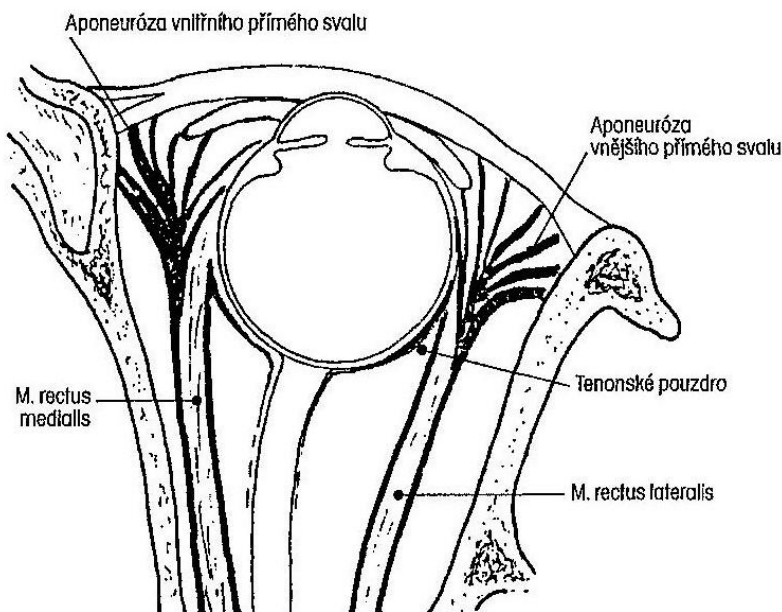
kloubní lůžko pro bulbus. Spojkami k periorbitě, které probíhají jako septa v orbitálním tuku, je umožněna opora pro oční kouli. Oddělením svaloviny od orbitálního tuku je zaručena lepší pohyblivost oční koule. Tenonská membrána je popisována jako obal, který obklopuje oční kouli a rozprostírá se od rohovky až po oční nerv. Je složena z fibroelastických vláken a její tloušťka není ve všech oblastech stejná. Nejsilnější je v oblasti ekvátoru a nejtenčí v blízkosti rohovky. Tenonská membrána se dělí na dvě části. **Přední oddíl před ekvátorem**, který hraničí svou horní plochou s fornixem spojivky. Ve fornixu je spojivka oddělena pojivem, ve kterém probíhají cévy, od tenonské membrány. V blízkosti limbu splývá spojivka s tenonskou membránou a pevně se připojují na limbus. Z membrány směrem zevně vybíhají septa v orbitálním tuku, která jsou charakteristická pro **zadní úsek za ekvátorem**. Na zadním pólu v membráně je otvor pro oční nerv. Dalšími šesti oválnými otvory procházejí okohybné svaly a dostávají se tak ke svému úponu ve sklěře. Každý sval má svoji pochvu, která je v místě průchodu membránou na ni pevně napojena. Svalové pochvy obalují sval od jeho počátku až k úponu a jsou mezi sebou spojeny velmi jemnými membránami. [2]

1.3 Svalové aponeurózy

Svalové aponeurózy jsou výběžky konečných svalových šlach, které mají za úkol držet bulbus ve stálé poloze. Nejdůležitější jsou aponeurózy jdoucí ze zevního přímého svalu upínající se na orbitální stěnu a přecházejí v laterální ligamenta. Tenčí je aponeuróza vnitřního přímého svalu, která sahá až do oblasti slzné kosti a vnitřního spojivkového vaku. Význam obou zevních aponeuróz spočívá nejen v upevnění bulbu, ale také působí jako měkké zarážky při extrémních pohybech oka do strany a napomáhají pasivnímu návratu oka do výchozí pozice (obr. 2). Výběžky aponeurózy horního přímého svalu jsou úzce spojeny se zvedačem horního víčka a sahají k jeho úponu v horním víčku. Jemné výběžky jdou do vrchní přechodné řasy a účastní se zdvihání pohledu. Výběžky aponeurózy dolního přímého svalu, které směřují do spodní přechodné řasy, se účastní klesání pohledu.

V místě křížení dolního přímého a dolního šikmého svalu dochází ke ztluštění jejich svalových pochev a tenonské membrány. Aponeurózy těchto svalů vybíhají až k aponeurózám vnitřního a zevního přímého svalu. Tento membranózní systém sahá od slzné kosti ke kosti jařmové a je důležitým opěrným systémem pro oční bulbus.

Aponeuróza horního šikmého svalu je spojena s horním přímým svalem a se zvedačem horního víčka. Trochlea je také určitým opěrným bodem pro oko. Dalším důležitým opěrným pásem je aponeuróza dolního šikmého svalu, probíhající směrem dolů do zevních dolních částí očnice. Takto vytvořené 10 – 12 mm ligamentum je ve spojení s orbitálním septem. Jeho výběžky dosahují vpředu k slznému váčku a vzadu až k očnímu nervu. Součástí opěrného systému oka je také periorbita a její výběžky k očním svalům, očnímu nervu a větším cévám. [2]



Obrázek č. 2 – Znárodnění svalových aponeuróz a tenonské membrány [2]

1.4 Motorické nervy oka a jejich jádra

Okohybné nervy patří mezi nervy mozkové. Rozlišujeme tři základní okohybné nervy, kterými jsou nervus oculomotorius (N. III.), nervus trochlearis (N. IV.) a nervus abducens (N. VI.). Všechny tři svaly prostupují žilním splavem a potom pronikají do orbity přes fissura orbitalis superior. Nervus oculomotorius inervuje všechny extraokulární svaly kromě zevního přímého a horního šikmého svalu. N. III se po průniku do orbity dělí na dvě hlavní části. Vrchní část inervuje horní přímý sval a sval důležitý pro elevaci horních očních víček (musculus levator palpebrae superioris). Jeho

dolní úsek inervuje vnitřní přímý sval, dolní přímý sval a dolní šikmý sval. Nervus trochlearis inervuje horní šikmý sval a nervus abducens zevní přímý sval. [1-4]

Jádra okohybných nervů n. III., n. IV. a n. VI. tvoří somatický motorický sloupec jader kraniálních nervů v mozgovém kmeni. Všechna tři tato jádra obsahují motoneurony, které řídí činnost jednotlivých okohybných svalů a nacházejí se poblíž střední čáry vedle komorového systému. Z mozkového kmene vystupují vlákna okohybných nervů ventrálně směrem ke středu, kromě n. IV., který vystupuje dorzálně. Motorické nervy pro okohybné svaly tvoří se svými jádry poslední efektorový úsek převodového systému motorické oblasti zrakového orgánu. Celý převodový motorický systém však představuje rozsáhlou síť spojů od motorických center mozkového kortexu a podkoří. Tento převodový motorický systém se označuje jako supranukleární oblast. Supranukleární proto, že se nachází výše, centrálněji od jader okohybných nervů. Impulzy z této centrální oblasti se převádějí na vlastní motorické nervy přes jejich jádra v mozgovém kmeni.

Jádrová oblast okohybných nervů se nachází v mozgovém kmeni na docela širokém okrsku pod aqueductus mesencephali (Sylvii), kde jsou jádra III. a IV. Nervu, a dále pod spodinou čtvrté komory, kde je jádro VI. nervu. Jednotlivé skupiny jader leží dorzálně od zadního podélného svazku a jsou vzájemně propojeny jemnými příčnými vlákny. [1-4]

1.4.1 Jádra n. III

Jádra n. III se nacházejí v horní části mezencefala na úrovni colliculi superiores a nucleus ruber. Svazky n. III. opouštějí mozkový kmen ve fossa interpeduncularis mezi přední mozkovou tepnou a horní mozečkovou tepnou. Jádrová oblast n. III. je asi 10 mm dlouhá a 3 – 4 mm široká. Hlavní součástí její stavby je Westphalovo – Edingerovo párové malobuněčné jádro (nucleus parasymphaticus n. III), z něž vycházejí zkřížená i nezkrížená vlákna pro musculus ciliaris a musculus sphincter pupillae. Parasympatická vlákna, která řídí konstrikci zornic, probíhají povrchovou vrstvou n. III. a jsou citlivá na kompresi vyvolanou aneurysmaty. Dále se zde nachází nepárové malobuněčné jádro zvané Perliovo (nucleus medianus rostralis), které se podílí na inervaci vnitřních očních svalů. Poslední součástí jádrové oblasti n. III. je párové velkobuněčné jádro v němž jsou podle Warwickova schématu z roku 1953 buněčné okrsky pro jednotlivé okohybné

svaly seřazeny v tomto pořadí: dolní přímý, dolní šikmý, vnitřní přímý, horní přímý sval a zvedač horního víčka. Vlákna pro zvedač horního víčka jsou zkřížená i nezkřížená, vlákna pro horní přímý sval jsou zkřížená a vlákna zbývajících okohybných svalů jsou všechna nezkřížená. Výstup třetího hlavového nervu leží v mediální části středního mozku. Velmi jemná nervová vlákna se spojují do hrubšího nervového svazku, který obsahuje až 4x více vláken. Nerv probíhá měkkou mozkovou plenou dopředu ke kavernóznímu sinu. Po průchodu tímto sinem se nerv dělí na dvě větve – horní slabší a dolní silnější. Horní větev pokračuje ke zvedači horního víčka a hornímu přímému svalu. Dolní větev leží na dolním přímém svaly a dělí se na další dvě větve – vnitřní, která probíhá k vnitřnímu přímému svaly a vnější, jdoucí k dolnímu přímému a dolnímu šikmému svaly. Parasympatická vlákna dolní větve pak pokračují k duhovkovému svěračí a ciliárnímu svaly. [1-3]

1.4.2 Jádra n. IV.

Jádra n. IV. se nacházejí v dolní části mezencefala na úrovni colliculi inferiores. Jsou asi 3 mm dlouhé a navazují těsně na dolní okraj velkobuněčného laterálního jádra nervu oculomotoria. Nervová vlákna se táhnou směrem dozadu, kde se kříží a poté vystupují z mozkové hmoty. Nervus trochlearis je jediným kraniálním nervem, který vychází z mozku dorzálně a od ostatních nervů se ještě liší tím, že vystupuje z mozkového kmene zcela zkřížený. N. IV. je velmi tenký a proto může snadno dojít k jeho poškození při traumatech hlavy. Dále nerv prochází subarachnoidálním prostorem podél spodní strany, kde vstupuje do kavernózního sinu. Po průchodu tímto sinem pokračuje dál přes fissura orbitalis superior a inervuje zde horní šikmý sval. [1-3]

1.4.3 Jádra n. VI.

Jádra n. VI. se nacházejí asi 1 mm pod spodinou střední části čtvrté mozkové komory a leží za jádry třetího a čtvrtého mozkového nervu. Vlákna n. VI. pokračují ventrálně, probíhají varolovým mostem a vystupují z mozkového kmene ve štěrbině mezi mozkiem a prodlouženou míchou. Vlákna nervu abducens mají nezkřížený průběh. Po spojení jednotlivých nervových vláken nerv přechází na přední plochu mozku, kde

proniká skrze tvrdou plenu mozkovou a postupuje dále přes pyramidu kosti skalní směrem dopředu. Tak jako ostatní nervy i n. VI. vstupuje do kavernózního sinu, kde zaujímá postavení blízko vnitřní karotidy. Do orbity vstupuje rovněž přes fissura orbitalis superior a inervuje zde vnější přímý sval. [1-4]

2 Fyziologie očních pohybů

Oko se nachází v základním neboli primárním postavení, jestliže při vzpřímené poloze hlavy směřují oči přímo vpřed. Dopředu směřuje fixační osa, která spojuje fixační bod (tj. bod, na který se oko dívá) se středem otáčení oka. Veškeré pohyby oka se dějí kolem tohoto středu otáčení, tzv. otočného bodu bulbu. Tento bod je průsečíkem tří hlavních os rotace, které se nazývají Fickovy osy: horizontální (x), vertikální (y) a předozadní (z) osa. Otočný bod oka je umístěn 13,8 mm od předního povrchu rohovky a 1,6 mm laterálně od zřakové osy. Zřaková osa spojuje fixační bod s místem nejostřejšího vidění (foveou). Při hypermetropii je otočný bod více vpředu, při myopii je tomu naopak (obr. 3). [2, 5, 6]

Pohyb oka směrem nahoru (elevace, supradukce) a dolů (deprese, infradukce) se děje kolem horizontální osy, která prochází středem otáčení oka. Ve vertikální ose vykonává oko pohyby dovnitř (addukce) a zevně (abdukce) pomocí vnitřního přímého a zevního přímého svalu. Kolem předozadní (tzv. sagitální) osy se poté provádí pohyb, který označujeme jako torze: intorze – stáčení oka směrem dovnitř a extorze – stáčení oka zevním směrem.

Jestliže nastane pohyb oka horizontálním nebo vertikálním směrem, nazýváme tuto polohu sekundárním postavením. Pohyby očí z primárního postavení do sekundárního jsou tzv. základní pohyby a provádí se bez torze. Spojením vertikálního a horizontálního pohybu, např. vlevo nahoru, se oko dostává do terciárního postavení. Rovina vymezena osou x a y , se nazývá Listingova rovina. Kolem sagitální osy se uskutečňuje otáčení oka, což je třetí možný typ pohybu. [2, 5, 6]

Pro pohyb ve vertikálním směru je nutná souhra všech čtyř okohybných svalů, zatímco pohyb v horizontálním směru provádějí pouze dva svaly. Za normálních okolností se okohybný systém snaží vyhnout pohybu kolem předozadní osy nebo jej alespoň minimalizovat. Přesto je určitý stupeň torze přítomen vždy, např. když oko přechází z primární polohy do terciární. Dondersovo pravidlo říká, že velikost otáčení je vždy stejná, bez ohledu na způsob pohybu oka.

Nejjednodušší funkci mají zevní a vnitřní přímý sval. Zevní přímý sval provádí abdukci a vnitřní přímý sval addukci. Ostatní svaly, včetně šikmých mají funkce složené kolem všech tří os. Tato hybnost je ještě komplikovaná výchozím postavením oka. Působení horního přímého svalu je především v elevaci, přidružená funkce pak

addukce a intorze. Dolní přímý sval má hlavní úkol v depresi, vedlejším postavením je addukce a extorze. Horní šikmý sval provádí intorzi, vedlejší funkci má v depresi a abdukci. Dolní šikmý sval vykonává zejména extorzi, ale napomáhá také při elevaci a abdukci. V níže uvedené tabulce je přehledný souhrn všech hlavních a vedlejších funkcí okohybných svalů (tab. 1). Pohyby očí můžeme rozdělit na monokulární a binokulární. Této problematice jsou detailněji věnovány kapitoly 4. a 5.[2, 5, 6]

Každý okohybný sval má svého stejnostranného (na témže oku) a druhostranného (na druhém oku) antagonistu. Antagonista je sval, který pohybuje okem opačným směrem. Příkladem stejnostranného antagonisty dolního šikmého svalu je horní šikmý sval a příkladem druhostranného antagonisty zevního přímého svalu pravého oka je zevní přímý sval levého oka. Dále má každý sval svého druhostranného agonistu (tzv. spřažený sval). Agonisté (synergisté) spolu spolupracují: tj. pohybují oběma očima souhlasným směrem. Příkladem druhostranného synergisty jsou zevní přímý sval pravého oka a vnitřní přímý sval levého oka, podílejí se na pohledu doprava. Při stejnosměrném pohybu očí jsou aktivovány synergisté a antagonisté relaxují.

Harmonická činnost všech párových svalů a plynulost párových pohybů se řídí podle dvou hlavních zákonů pro motorickou součinnost obou očí: zákon Sherringtonův a Heringův. [8-10]

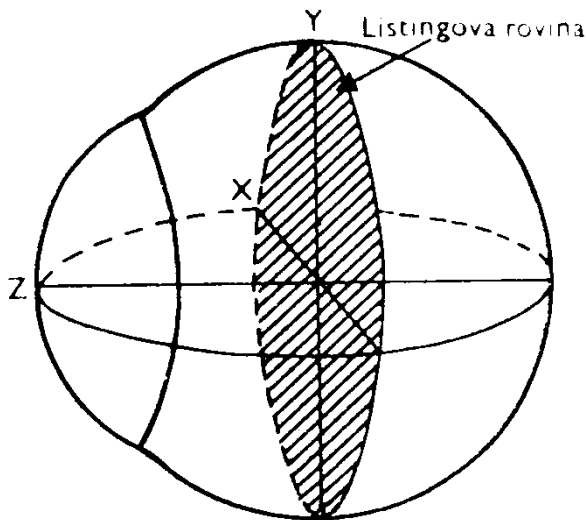
a) Sherringtonův zákon

Sherringtonův zákon o reciproké inervaci říká, pokud nastane nějaká změna v inervaci okohybného svalu, nastává současně přiměřeně velká změna v jeho antagonistovi, ale opačného charakteru. Zjednodušeně: jsou-li stupňovány nervové impulsy pro synergisty, aktivita jejich antagonistů je inervačně tlumena. Například při pohledu doprava se zvyšují impulsy pro zevní přímý sval pravého oka a vnitřní přímý sval levého oka, zatímco jejich antagonisté vpravo vnitřní přímý sval a vlevo zevní přímý sval jsou v inervačním útlumu. Současná kontrakce synergistů a antagonistů je vždy patologická (např: Duanův syndrom). [8, 10]

b) Heringův zákon

Heringův zákon o symetrické inervaci říká, že při všech verzích pohybech přichází inervace z motorických center současně a ve stejné míře do obou členů spřažených dvojic svalů pro pohyb v žádaném směru. Totéž platí i

v opačném smyslu o antagonistech, které jsou současně a ve stejném rozsahu utlumovány. Jinými slovy: druhostranní agonisté dostávají nervový impuls současně a se stejnou intenzitou. [8, 10]



Obrázek č. 3 – základní rotační osy oka s vyznačením Listingovy roviny (upraveno podle [6])

| Sval | Hlavní funkce | Vedlejší funkce |
|---------------|---------------|------------------|
| zevní přímý | abdukce | – |
| vnitřní přímý | addukce | – |
| horní přímý | elevace | addukce, intorze |
| dolní přímý | deprese | addukce, extorze |
| horní šikmý | intorze | deprese, abdukce |
| dolní šikmý | extorze | elevace, abdukce |

Tabulka č. 1 – Hlavní a vedlejší funkce okohybných svalů

3 Monokulární pohyby očí

Monokulárními pohyby myslíme pohyby, které jsou uskutečňovány pouze jedním okem. Kromě dukčních a torzních pohybů, o kterých jsem se zmiňovala již v předchozí kapitole, zde řadíme také pohyby očí během fixace. Oko není nikdy v naprostém klidu. I v období delší fixace nehybného podnětu vykonává drobné pohyby. Rozlišujeme tři základní druhy monokulárních očních pohybů: klouzavý pohyb očí, mikrosakadické pohyby (mikrosakády) a tremor. [5]

3.1 Klouzavý pohyb očí

Klouzavý pohyb očí označovaný též jako drift je pomalý nepravidelný pohyb oka o frekvenci přibližně 5 Hz. Minimální amplituda driftu činí 0,8'. V průběhu 200 ms se osa oka vychýlí maximálně o 6' a obraz na sítnici se posune v rozsahu 10 – 15 čípků, ale nedostane se mimo foveu. Průměrná vzdálenost center dvou čípků v oblasti makuly dosahuje přibližně 0,5'. Mikrosakády opačného směru vracejí obraz zpět do centra fovey a ukončují klouzavý pohyb oka. Každé oko se pohybuje nezávisle a asymetricky. Funkční význam driftu se zkoumá především v souvislosti s tzv. stabilizovaným vjemem na sítnici. Jestliže stabilizujeme obraz objektu na sítnici, po 3 sekundách se objeví vypadávání některých částí obrazu ze zorného pole. K obnovení vjemu je podle hypotézy nutný klouzavý oční pohyb, kdy se obraz podnětu uvnitř fovey přesune na ploše asi 30 – 50 čípků. Tímto se vytvoří stálé dráždění gangliových buněk. [5, 6, 11]

3.2 Mikrosakadické pohyby očí

Jedná se o nepravidelně se vyskytující pohyby oka s amplitudou od 2' do 45'. Nejčastěji se vyskytují s amplitudou 5,6' a frekvencí okolo 1 Hz. Trvání mikrosakád se pohybuje v rozmezí 10 – 20 ms v závislosti na amplitudě pohybu. Platí, že čím je větší amplituda, tím déle sakáda trvá. Frekvence výskytu, směr a amplituda mikrosakád nejsou ovlivnitelné vlastní vůlí. Předpokládá se, že mikrosakadické pohyby mají za úkol

vracet zřakovou osu do základního postavení po vychýlení, které bylo způsobeno klouzavým pohybem očí. [5, 6, 11]

3.3 Tremor

Tremor neboli drobný třes očí má ze všech nejmenší amplitudu, která se pohybuje okolo 20 – 30 ′. Tyto rychlé nepatrné náhodné pohyby mají celkem velkou frekvenci, v průměru 70 – 90 Hz. Mohou však dosahovat frekvence i přes 100 Hz. Třes je kladený na klouzavý oční pohyb a lze ho velmi obtížně rozpoznat. Funkční význam očního třesu není zatím známý. [5, 6, 11]

4 Binokulární pohyby očí

Binokulárním pohybem nazýváme stav, kdy dochází k pohybu obou očí současně. Rozeznáváme dva typy binokulárních neboli velkých očních pohybů, kterými jsou pohyby stejnosměrné (konjugované), přičemž úhel zrakových os zůstává stejný, a protisměrné (disjunktní), při kterých se úhel zrakových os mění. Konjugované oční pohyby můžeme dále rozdělit na sakadické a plynulé sledovací, které bývají shrnovány pod pojmem versní. Mezi disjunktní oční pohyby řadíme konvergenci a divergenci, jež označujeme společně jako vergence. [6, 11]

4.1 Sakadické oční pohyby

Sakády jsou prvním typem konjugovaných volných očních pohybů, které zrak používá ke změnám polohy fixačních os oka. Jestliže se podnět objeví v periférii zorného pole, nastane se zpožděním 150 – 200 ms sakadický pohyb, jehož rychlost může dosahovat až 800°/s. Dochází k tzv. foveaci, což znamená přesun fovey na místo podnětu v zorném poli. Foveace je většinou přesná. V případě přetažení cíle, následuje korigující sakáda se zpožděním opět 150 – 200 ms. Důležitou vlastností sakád je jejich naprogramovaný charakter. Sakády za sebou následují vždy s odstupem nejméně 150 ms, tato doba je nutná k vyhodnocení polohy podnětu a sestavení příslušné dráhy. Rychlost sakadického pohybu odpovídá lineárně délce dráhy, kterou oko může projít. Platí zde pravidlo: čím je větší amplituda, tím je rychlejší pohyb. Trvání sakád se většinou pohybuje okolo 30 ms, jejich směr a velikost lze ovlivnit vůlí, avšak oko za normálních okolností vykonává dva až tři sakadické pohyby, aniž si je uvědomíme; např. při čtení. Děje, probíhající v očnici v průběhu sakadického pohybu lze pozorovat pomocí elektromyografie (EMG). EMG očních svalů v průběhu laterální horizontální sakády ukazuje zvýšenou aktivitu v musculus rectus lateralis, zatímco v musculus rectus medialis pozorujeme útlum aktivity až k elektrickému tichu. Zabrždění neboli decelerace sakadického pohybu probíhá automaticky, bez aktivní účasti svalových antagonistů, ale pouze na základě viskoelastických vlastností tkání uvnitř očnice. [6, 11]

4.2 Plynulé sledovací oční pohyby

Druhý typ konjugovaných očních pohybů představují plynulé sledovací. Tyto pohyby nejsou ovladatelné vůlí a lze je pozorovat v případě, že se v zorném poli pohybuje zrakový podnět určitou rychlostí. Když se zrakový podnět pohybuje rychlostí menší než 30 °/s, sleduje jej fovea velmi přesně, hlavně v případě, když má pohyb pravidelný charakter. Začátek sledovacích pohybů je vzhledem k pohybu podnětu opožděn o přibližně 125 ms, zpoždění za podnětem je obvykle vyrovnáno korekčními sakádami. Vztah mezi pohybem předmětu a pohybem očí je přibližně lineární, což znamená, že od začátku pohybu předmětu je vzdálenost, kterou se oči pohybují, úměrná rychlosti pohybu sledovaného předmětu. [6, 11]

4.3 Vergence

Disjunktní pohyby jsou vyvolány změnou polohy fixačního bodu v předozadní ose. U konvergence dochází ke zmenšení fixační vzdálenosti, u divergence se fixační vzdálenost zvětšuje. K vyvolání vergenčních pohybů dojde v případě, že se obrazy zrakového podnětu dostávají na rozdílná (disparátní) místa v sítnici. Dojde-li k překročení určité hodnoty, nastává tzv. diplopie neboli dvojité vidění. Vergenční pohyby jsou celkem pomalé, jejich hodnota se pohybuje okolo 15 °/s, ale délka trvání je na rozdíl od sakád poměrně dlouhá, může dosahovat hodnoty až 800 ms. Vergence na rozdíl od sakád není fixně naprogramovaná a může se měnit ještě v průběhu samotného pohybu. Podle hypotézy je vergence vykonávaná systémem pomalých svalových vláken, zatímco sakády se uskutečňují stahem rychlých svalových vláken. Kromě vergenčních pohybů vyvolaných dopadem paprsků z podnětu na disparátní místa sítnice jsou popsány také vergenční pohyby vyvolané akomodací. V případě, že jedno oko je zakryto a druhé akomoduje na předmět v určité vzdálenosti od oka, lze na zakrytém oku zaznamenat nejen akomodaci, ale také konvergentní pohyb. K vergenčním pohybům také přispívá odhad vzdálenosti pozorovaného předmětu. [6, 7, 11]

5 Motilita oka

Motilita neboli pohyblivost očí je závislá na koordinované činnosti všech šesti zevních okohybných svalů. Patří mezi ně čtyři přímé, které pohybují okem nahoru, dolů, doleva a doprava a dva šikmé, které provádějí rotaci oka směrem dovnitř a ven. Každý zevní oční sval má v motilitě samostatnou funkci. Svou polohou v orbitě se podílejí na souhře s jinými svaly na přidružených pohybech. Základní funkcí okohybného systému je zajistit fixaci pohledu a zachování jednoduchého binokulárního vidění při souhře jednotlivých částí, a to v různých pohledových směrech a vzdálenostech. Okohybné svaly pracují koordinovaně podle dvou hlavních zákonů, o kterých jsem se zmiňovala již v kapitole 3. [8, 12]

Pokud je okohybný systém v pořádku, a svaly pracují vyrovnaně, mluvíme o svalové rovnováze – ortoforii. V případě poruchy svalové rovnováhy dochází k odchýlkám neboli šilhání. Rozdělujeme dva druhy šilhání, kterými jsou heteroforie a heterotropie. Heteroforie neboli skryté šilhání je projevem dočasné poruchy svalové rovnováhy obou očí. Většinou bývá kompenzováno zvýšeným úsilím okohybných svalů a nemusí činit obtíže. Heterotropie je naopak zjevné šilhání, které se projeví viditelnou odchýlkou oka. V závislosti na motilitě očí mohou tyto odchylky být komitantní a inkomitantní. Komitantní odchylky jsou stejné ve všech pohledových směrech a motilita očí není porušena. Inkomitantní odchylky se mění se směrem pohledu a motilita je porušena. [8, 12]

5.1 Inkomitantní odchylky

Podstatou vzniku inkomitantních odchylek je porucha v motorickém systému zrakového ústrojí. Poškození může nastat v průběhu motorické dráhy od jader okohybných nervů až po svaly. Léze se poté projeví omezením funkce zevních očních svalů. Výsledkem je asymetrie v pohyblivosti a postavení očí. Inkomitantní odchylky mohou být vrozené nebo získané. [4, 10]

- **Vrozené inkomitantní odchylky**

Hlavní skupinou etiopatogenních faktorů tvoří u vrozených odchylek vývojové anomálie. Řadíme zde vzácně se vyskytující hypoplazie a aplazie jader okohybných

nervů v mozkovém kmeni, které většinou nalézáme na šestém kraniálním nervu. Avšak častěji jsou vývojovými anomáliemi postiženy svaly a jejich fascie. U těchto anomálií dochází k úplnému chybění jednoho svalu nebo vzácně celé skupiny, ale hlavně jsou to rozštěpy, spojení dvou sousedních svalů, anomální průběh svalu či změna jeho struktury. Druhou častou příčinou vrozených odchylek jsou komplikované porody, jako například klešťový nebo protrahovaný porod s asfyxií, při kterých může dojít k poškození nervové tkáně, buď přímo, nebo útlakem ze vzniklého krvácení. Je-li poraněna očnice, bývají výrony do svalů a jejich pochev. Mezi inkomitantní odchylky se také řadí vrozené syndromy, kterými jsou Duanův retrakční a Brownův syndrom. [4]

5.1.1 Duanův retrakční syndrom

Duanův syndrom je zvláštní typ inkomitance, popisován jako kongenitální neschopnost pohledu do strany s exoftalmem. Američan Duane v roce 1905 definoval hlavní příznaky syndromu, kterými jsou omezení či neschopnost abdukce, omezení addukce, retrakce bulbu v addukci či stočení bulbu nahoru nebo dolů v addukci. Podstatou poruchy je narušení nebo zcela chybějící funkce nervus abducens a inervace zevního přímého svalu je patologicky nahrazena neurony n. oculomotorius. Rozlišujeme tři hlavní typy Duanova syndromu. [4, 9]

Duane I: V primárním postavení může nastat lehká konvergence postiženého oka, s kompenzačním natočením hlavy ve směru funkce postiženého svalu, k zachování jednoduchého binokulárního vidění. Při abdukci oka záleží na tom, do jaké míry je nervus abducens poškozen. Většinou je abdukce jen lehce naznačena a dochází k rozšiřování oční štěrbin. Příčinou je, že vnitřní přímý sval, podle Sherringtonova zákona, při abdukci relaxuje, ale zároveň relaxuje i zevní přímý sval patologicky inervovaný z okulomotoria. Při addukci bulbus lehce nedotahuje dovnitř a oční štěrbina se zužuje. Je to způsobeno tím, že zevní přímý sval, patologicky inervovaný okulomotoriem, se stahuje současně s vnitřním a brání úplné addukci. Tento typ syndromu se vyskytuje nejčastěji. [4, 9]

Duane II: V primárním postavení bývá postižené oko v mírné divergenci a abdukce je méně omezena než addukce. Při abdukci je omezení pohyblivosti malé, protože zevní přímý sval má svalová vlákna inervována zachovanými neurony nervu abducens. Při addukci je pohyblivost dovnitř výrazně omezena, kvůli neuronům

okulomotoria, které inervují část zevního přímého svalu a způsobují současné stažení a omezení addukce.

Duane III: U tohoto typu je výrazně omezena abdukce i addukce, protože patologická inervace zevního svalu je stejně silná jako vnitřního. Podle Hubera (1974), je zcela zrušen antagonistický vztah vnitřního a zevního přímého svalu, takže se chovají jako dvě části téhož svalu. Při addukci jsou oba svaly aktivovány, při abdukci jsou naopak v inervačním útlumu. Tento typ je nejméně častý. [4, 9]

5.1.2 Brownův syndrom

Jedná se o zvláštní poruchu cyklovertikální motility, popsanou Brownem (1950 – 1962). Příčina motorické poruchy, podle Browna, spočívá ve fixaci šlachové pochvy horního šikmého svalu ke trochlei, takže šlacha nemůže trochleou volně proklouzávat. Hlavním znakem je omezení elevace bulbu v addukci, takže oko většinou nepřekročí horizontální střední čáru a určuje obrnu dolního šikmého svalu. V primárním postavení může nastat hypotrofie různého stupně, někdy spojená s ezotropií nebo s kompenzačním sklonem hlavy a binokulárním viděním. Směrem temporálním je motilita ve všech směrech volná. Anomálie bývá většinou jednostranná, ale může být i oboustranná. Nejčastější příčinou je zkrácení předního úseku šlachy horního přímého svalu. Jiní popisují přímé změny šlachy či ztlustění zadní části šlachy. [4, 9]

- **Získané inkomitantní odchyly**

Získané inkomitantní odchyly jsou způsobené poraněním, záněty, cévními abnormalitami nebo onemocněním v motorickém systému oka. Výsledkem poranění může být například fraktury lebky nebo poruchy postihující činnost svalů, nervů či mozkového centra. Tyto odchyly mohou být dlouhodobé, které nepotřebují urgentní zásah nebo nově vzniklé, jenž je nutné co nejdříve řešit. Nejčastějším důvodem pro tyto odchyly vznikají, jsou parézy – částečné obrny nebo paralýzy – úplné obrny okohybných svalů. Obrny dělíme do tří hlavních skupin podle třech okohybných nervů. [10, 12, 13]

5.1.3 Obrna n. III. – oculomotorius

Nervus III. inervuje dolní šikmý sval, dále horní, dolní a vnitřní přímý sval, pak také zvedáč horního víčka a přivádí k oku parasymptická vlákna pro musculus sphincter pupillae a musculus ciliaris. Úplná obrna n. III. se projevuje různými způsoby. V první řadě paralytickou ptózou horního víčka, které uzavírá oční štěrbinu nebo překrývá zornici, dále divergentním strabismem s poruchou hybnosti bulbu ve všech pohledových směrech kromě abdukce nebo širokou zornicí s chybějící konvergencí a reakcí na světlo. Diplopie většinou nenastává díky paralytické ptóze, ovšem po přivednutí víčka nastává horizontální i vertikální rozestup obrazů, který se zvyšuje při addukci, elevaci a depresi, při abdukci se obrazy naopak přibližují. Částečná poškození mají různé kombinace a vyskytují se v mírných obměnách. Například motilita oka může být narušena, zatímco funkce zornic je porušena jen minimálně nebo je narušena funkce zornic, ale motilita má pouze mírné abnormality. Běžnou příčinou parézy n. III. je diabetická neuropatie, trauma hlavy, či komprese způsobené intrakraniálním aneurysmatem. Protože aneurysmata mohou způsobit intrakraniální krvácení, které je život ohrožující, je proto nutno u pacientů s parézou n. III. vyloučit aneurysma. [1, 3]

Rozlišujeme více druhů paréz, kterými jsou například parciální obrna n. III. nebo oftalmoplegická migréna. U parciální obrny n. III. mohou být postiženy i jednotlivé svaly, což lze vysvětlit drobnou lézí v jeho rozsáhlé jádrové oblasti. Často s tímto bývá spojená paréza zvedáče víčka a horního přímého svalu, kde je příčinou jejich společný začátek na šlachovém prstenci a průběh v očníci. [1, 3]

Postižení oftalmoplegickou migrénou je vzácné a její správného určení není snadné. Jedná se o prudké migrenózní bolesti hlavy, při kterých dochází k jednostranné obrně zevních očních svalů, inervovaných vlákny n. III., jež vzniká z dosud nejasných příčin. Postižení může vzniknout v kterémkoliv věku, včetně dětství. Frekvence prudkých záchvatů bolestí s přibývajícím věkem zpravidla ubývá a pacienti nemusí mít až mnoho let žádné záchvaty. U dětí může nastat opakovaná obrna n. III. s typickou migrenózní bolestí hlavy doprovázenou zvracením a břišní kolikou. Příčina vzniku oftalmoplegické migrény zůstává nejasná, v úvahu připadá ischemie či útlak okulomotoria rozšířenou keratidou. [1, 3]

5.1.4 Obrna n. IV. – trochlearis

Nervus IV. inervuje jen horní šikmý sval a podílí se na depresi a intorzi oka. Tato obrna lze snadno přehlédnout, pokud se správně neudělá jednoduché vyšetření motility oka. Mírnou parézu n. IV. si totiž pacient kompenzuje pohledem nahoru a nenápadným náklonem hlavy směrem od postiženého oka, které si sám ani neuvědomuje. V primárním postavení hlavy se, při fixaci zdravým okem, oko s parézou uchyluje nahoru a zevně. Někdy pacient preferuje fixaci paretickým okem, z důvodu že se obrazy od sebe dost oddálí a falešný je snadněji potlačen, tudíž nedochází k diplopii. U obrny n. IV. je typické kompenzační držení hlavy, které je stanoveno určitým postavením brady, obličeje a hlavy. Brada je vždy přitažena k hrudi, což kompenzuje poruchu deprese oka, obličej je natočen ke zdravé straně, kde vyvažuje poruchu abdukce a hlava se sklání k rameni zdravé strany, aby kompenzovala ztrátu vnitřní rotace postiženého oka. V tomto postavení jsou zorné osy obou očí souběžné a pacient má jednoduché binokulární vidění a většinou i stereopsi. [1, 3]

Jednoduchou pomůckou jak zjistit obrnu n. IV. je tzv. Bielschowskyho manévr, který spočívá v tom, že otočíme hlavu přesně opačným směrem, tedy k rameni paretického oka. Na tomto oku pak vznikne výrazná hypertropie a diplopie. Diplopie pacientů vadí více do blízka než do dálky, zejména pak při pohledu dolů (např. při čtení, psaní či chůzi ze schodů).

Kromě již zmíněné obrny existuje také oboustranná obrna n. IV., která se nejčastěji vyskytuje po traumatech hlavy. Vyznačuje se značnou zevní rotací bulbu, která může překročit i 15°, ale velmi malou a stranově symetrickou horizontální i vertikální odchylkou. V tomto případě může být i Bielschowskyho test nesprávně zhodnocen jako negativní, pokud vyšetřujícímu unikne, že při sklonu hlavy střídavě k jednomu a druhému rameni je rozdíl ve výši obrazů při pohledu levým a pravým okem. Oboustrannou obrnu lze zjistit pomocí tzv. V-syndromu, kdy horizontální odchylka se zvětšuje při pohledu vzhůru a zmenšuje při pohledu dolů. Oboustranné obrny jsou většinou trvalé a nelze je korigovat prizmaty, ale pouze chirurgickým výkonem na zevních okohybných svalech. [1, 3]

Dalším typem je vrozená obrna n. IV., kde bývá příčinou oční torticollis, což znamená stočení hlavy k jedné straně krku. Kolem 6. měsíce se začíná objevovat držení hlavy, které kompenzuje okohybnou poruchu i diplopii. Často se pak myslí více na

torticollis ortopedický. Ortopedická porucha se projeví hned po narození a vynucené držení hlavy je, úplně opačné než u obrny n. IV. Brada je přizvednutá, obličej pootočen a hlava skloněna ke straně léze. Hybnost očí je ve všech směrech normální, ale hybnost krčního svalstva je porušena a hlavu nelze většinou ani pasivně narovnat do přímého směru. Zajímavostí je, že vrozená obrna n. IV. se někdy projeví diplopií nečekaně až v dospělosti.

Nejčastějšími příčinami obrn n. IV. jsou nepochybně kraniocerebrální poranění, převážně po dopravních nehodách, často ve spojení s frakturami očnice a lebeční spodiny. Avšak udává se, že obrna také může vzniknout i po poměrně lehkých úrazech hlavy (např: po pohlavku), ale spíše jsou tyto případy připisovány do kategorie obrn nejasné etiologie, s frekvencí výskytu 25 – 30 %. Druhou nejčastější příčinou vzniku těchto obrn (asi 20 %) jsou cévní a oběhové poruchy, vyskytující se většinou v 7. dekádě života u pacientů s vyšší glykemií a vyšším krevním tlakem. Méně častou příčinou jsou pak nitrolební nádory. [1, 3]

5.1.5 Obrna n. VI. – abducens

Nervus VI. inervuje zevní přímý sval, který zajišťuje abdukci oka, to znamená, že při obrně n. VI. je omezen pohyb postiženého oka temporálním směrem. V primárním postavení se parietické oko stáčí směrem dovnitř a ve směru postiženého svalu dochází ke zvětšování úhlu šilhání [15]. Obrna abducentu, je z důvodu velmi dlouhého průběhu nervu po lebeční spodině, nejčastější jednostrannou okohybnou obrnou a tvoří až polovinu těchto poruch. Nerv může být poškozen přímým útlakem v místě křížení s větvemi artérie nebo poraněním v důsledku trakce způsobené nitrolební hypertenzí. Léze n. VI. způsobují horizontální diplopii, u které pacienti uvádějí, že se zlepší při pohledu na blízké předměty a při pohledu do dálky se naopak zhorší. V některých případech mají pacienti tendenci stáčet hlavu směrem k postižené straně. [1, 3]

Stejně jako u předchozí obrny i zde existuje oboustranná obrna n. VI. Příčiny této obrny jsou většinou stejné jako u již zmíněné jednostranné obrny, ale pro neurogenní i myogenní oboustranné poruchy je typické, že se obě oči stácejí směrem k nosu. U dětí je nejčastější příčinou vzniku oboustranné obrny nádor mozkového kmene nebo vzácněji i nitrolební hypertenze. U dospělých je pak hlavní příčinou

poranění hlavy většinou při dopravních nehodách. Léčba oboustranné obrny je obvykle chirurgická a provádí se jak z funkčního tak z kosmetického hlediska.

Příčiny vzniku obrny n. VI. jsou v podstatě stejné jako u předcházejících okoohybných nervů. Jedná se o oběhové poruchy, poškození v cévním systému nebo nitrolební nádory. Nádorem může být nervus abducens poškozen buď přímým útlakem, nebo nepřímo prostřednictvím nitrolebního přetlaku. Jelikož nitrolební nádory postihují především děti, je důležité v těchto případech sledovat nález na očním pozadí, ale také hlídat příznaky ataxie či poruchy rohovkové citlivosti. [1, 3]

5.2 Vyšetřování motility

K vyšetřování motility existují různé testy a diagnostické tabule, jejichž princip bude níže vysvětlen. Samotné vyšetření provádíme vždy ve všech devíti pohledových směrech. Jednotlivými testy zjišťujeme, jestli všechny svaly pracují správně a společně. Mezi tyto testy patří H test, Hessovo plátno, Lancasterův štít, Leesův štít, Rybova tabule a také test na principu „fenoménu hlavy a loutky“, který se používá k vyšetření motility u dětí. Radíme zde také moderní techniku vyšetření motility Hessovým testem na PC. [13]

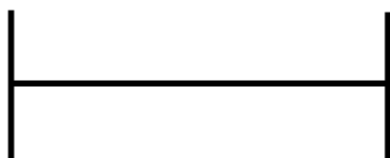
5.2.1 H test

Jeden z nejčastějších testů používaných k vyšetřování motility je tzv. H test. Test spočívá v pozorování očních pohybů pacienta pomocí tužkové svítilny. Je relativně rychlý a nenáročný na provedení a také nevyžaduje žádné speciální vybavení.

Test provádíme bez brýlí, protože jejich rám by mohl pacientovy skrýt fixační podnět. Pacient sedí naproti vyšetřujícímu s hlavou v přímém postavení, tak aby obě oči viděly současně. Vyšetřující ze vzdálenosti 40 cm pohybuje tužkovou svítilnou ve tvaru písmene H (obr. 4), od toho je také odvozen název testu, ve všech devíti pohledových směrech a pacientovým úkolem je pouze očima sledovat světýlko, hlavu má stále fixovanou přímo vpřed. Vyšetřující během vyšetření sleduje plynulost očních pohybů a mimo jiné také může kontrolovat rohovkové reflexy. Test opakujeme ještě jednou a v krajních bodech se pacienta ptáme, jestli vidí světýlko jednoduše. Jestliže oční pohyby

byly hladké, přesné a pacient nenahlásil diplopii je test dokončený a motilita oka není narušena. Pokud pacient nahlásí diplopii nebo vyšetřující zpozoruje trhavé či nepravidelné oční pohyby, může se jednat o parézu nebo paralýzu některého z extraokulárních svalů. V místě pohledového směru, kde pacient viděl dvojitě, je třeba udělat zakrývací test.

[16, 17]

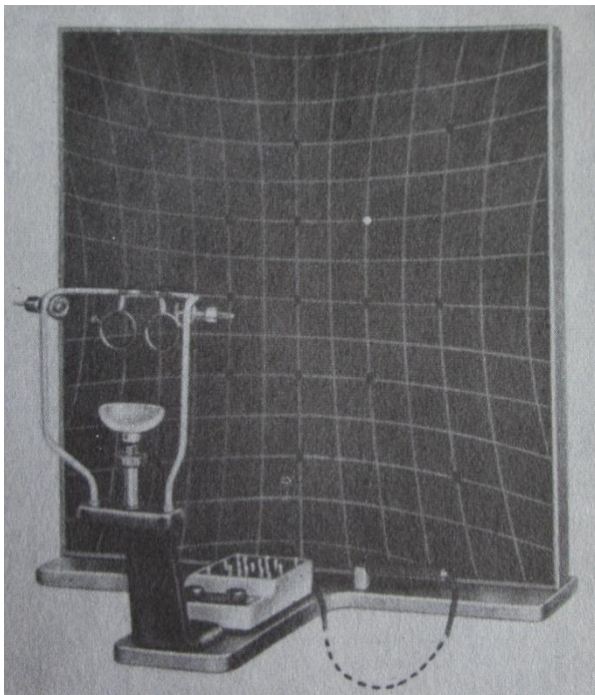


Obrázek č. 4 – Technika vyšetřování

5.2.2 Hessovo plátno

Metoda byla vypracována v roce 1909 – 1916 W. R. Hessem na základě dřívější práce Hirschberga a Landolta. Vyšetření na Hessově plátně, nazývané také jako koordimetrie, je poměrně rychlé a pro pacienta celkem nenáročné. Poskytuje nám registrované záznamy a umožňuje dlouhodobé sledování vývoje poruchy. Hessovo plátno nebo také štít se skládá ze čtvercové desky pokryté černou látkou, na níž je vyšitá černou nití vyšetřovací tangentová síť, která je odstupňována po 5° od centra doprava, doleva, nahoru a dolů až do vzdálenosti 30° (obr. 5). V místech křížení při 15° a 30° jsou červené body nebo otvory s červenými žárovkami, které tvoří čtyřhran základních pohledových směrů. Na Hessově plátně od firmy okula, jsou otvory s červenými žárovkami ve vzdálenostech 10° a 20° od středu. Vyšetřovaný má nasazené červenozelené brýle a v ruce drží ukazovátko se zeleně svítící šipkou na konci, kterým postupně ukazuje na červeně svítící body, jenž vyšetřující jeden za druhým rozsvěcuje. Červené sklo se předsazuje před oko fixující a zelené se dává před oko vyšetřované. Vyšetření se provádí většinou ve tmě a špatné zásahy se pak odečítají pomocí vyšité pětistupňové sítě nebo se mohou zaznačit špendlíky a po skončení vyšetření pak zakreslit do příslušného formuláře. K přístroji patří také opěrka pro opření brady a čela, která je umístěna 50 cm před plátnem. [3, 4, 9, 10]

Provedení: Vyšetřovaný sedí v předepsané vzdálenosti 50 cm od plátna s hlavou fixovanou v opěrce a s očima ve výši středové značky. Přes červené sklo pacient vidí červené body plátna, které vyšetřující pomalu rozsvěcuje, přes zelené sklo pak zelený konec ukazovátka, kterým zaznamenává směr pohledu nefixujícího oka, zatímco se oko fixující pohybuje do všech devíti základních pohledových směrů. Úkolem pacienta je přiložit hrot ukazovátka zelené šipky k dolnímu okraji rozsvíceného červeného světýlka, nikoliv ho zcela překrýt. Údaje se pak vyznačují do předepsaných formulářů nebo přímo na plátno připichováním špendlíků. Na konci vyšetření každého oka se body vytvořenými špendlíky přenesou do dvoudílného schématu, zvlášť pro pravé a levé oko. Červenozelené brýle se pak obrátí tak, aby barevná skla byla opačně, a celé vyšetření se opakuje na druhém oku.



Obrázek č. 5 – Hessovo plátno [4]

Vyhodnocení: Vyšetřením na Hessově plátně lze podle obrázků, které jsme zaznamenali na tangentové síti zjistit konkomitující šilhání, inkomitantní šilhání či obrnu některého ze svalů. [3, 4, 9, 10]

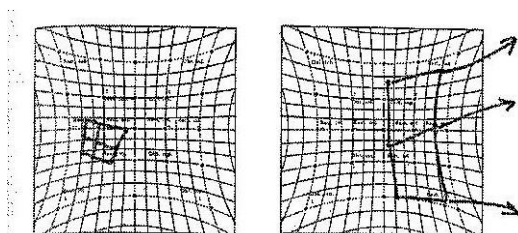
1. Jestliže je výsledný obrazec velikostí, tvarem i vnitřním rozčleněním na obou očích stejný je vše v pořádku a nejedná se o svalovou obrnu či diplopii. Motilita oka není porušena.

2. Jsou-li obrazce trochu posunuté, ale tvarem i velikostí stejné, nejde o svalovou obrnu, nýbrž o souhybné konkomitující šilhání, u kterého motilita oka také není narušena. Posun obrazů směrem dovnitř znamená šilhání sbíhavé a směrem zevně šilhání rozbíhavé, při posunu jednoho obrazce nahoru a druhého dolů jde o hypertrofii oka s výše uloženým obrazcem a o hypotrofii s níže uloženým obrazcem.

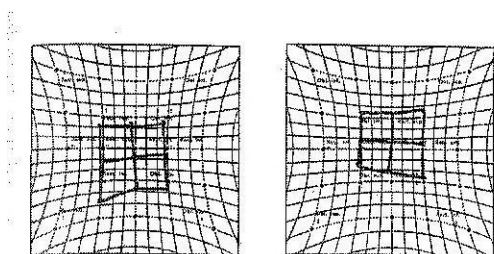
3. Obrazce rozdílného tvaru, velikosti i vnitřního členění naznačuje na inkomitantní strabismus, u kterého je již motilita narušena (obr. 6).

4. Zmenšení obrazce v určitém pohledovém směru vypovídá o omezené hybnosti oka v akčním poli paretického oka.

5. Naopak zvětšení obrazce v určitém pohledovém směru vypovídá o hyperfunkci stejnostranného antagonisty v jeho akčním poli (obr. 7). [3, 4, 10]



Obrázek č. 6 – Obrna n. III. při aneuryzmatu (vpravo) [3]



Obrázek č. 7 – Obrna n. IV. (vlevo) [3]

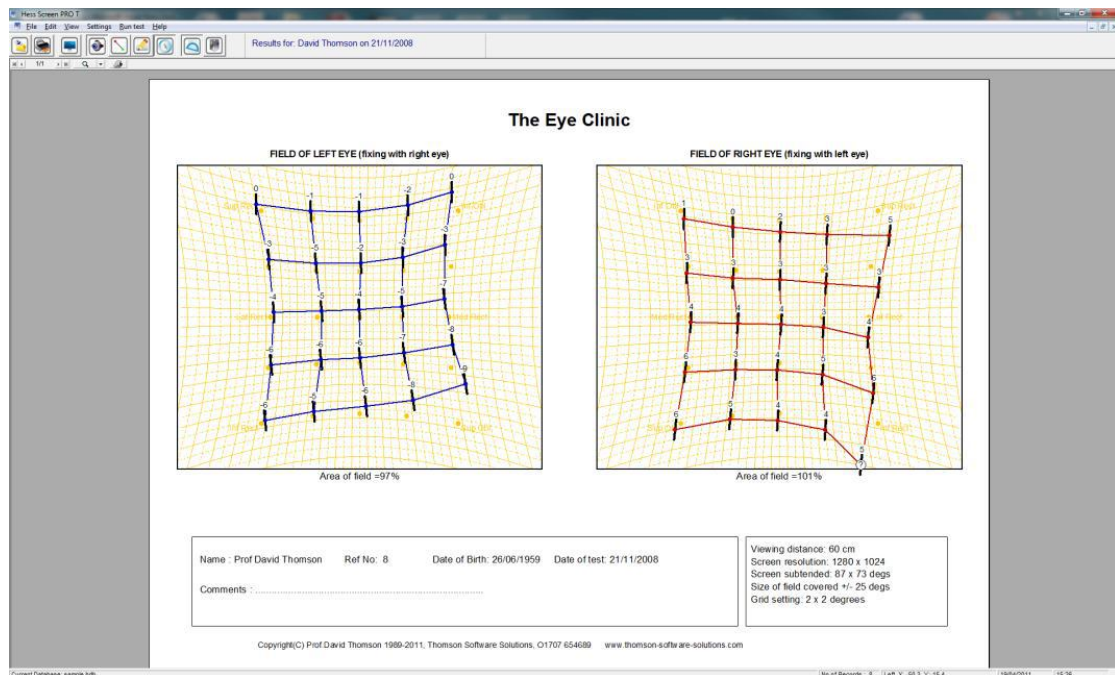
5.2.3 Hessův test na PC

Hessův test na PC je počítačový program k vyšetřování motility, určený pro optometry, oftalmology, ortoptiky a další odborníky pro péči o zrak. Program pracuje stejným způsobem jako běžné Hessovo plátno, měřením odchylky mezi oběma očima v různých pohledových směrech. Lze jej spustit na libovolném počítači pracujícím s operačním systémem windows XP i novějším, s 19'' barevným monitorem. Po prvním

spuštění testu je třeba provést kalibraci na danou velikost obrazovky a zadat požadovanou pozorovací vzdálenost (obvykle 25 – 50 cm). [19]

Vyšetření probíhá v zatemněné místnosti, pacient má nasazené červeno – zelené brýle a sedí před obrazovkou počítače v předepsané vzdálenosti. Na obrazovce je vyobrazen větší červený a menší modrý kruh. Červený kruh umístěn v levém horním rohu vidí vyšetřovaný pravým okem a modrý kruh okem levým. Pacient má za úkol pomocí myši přesunout červený kruh do centra modrého, když jsou oba kruhy přibližně uprostřed, klikne na levé tlačítko myši. Při vyšetření je velmi důležité udržet přímé postavení hlavy a pohybovat pouze očima. Tento test má k dispozici 9 nebo 25 pohledových směrů pro každé oko, v závislosti na tom jestli se jedná o zrychlenou či úplnou variantu. Po vyšetření prvního oka stačí obrátit barvu kruhů, abychom nemuseli přehazovat červeno – zelené brýle, a test se opakuje pro oko druhé. Výsledky jsou pak zobrazeny v běžném formátu na obrazovce počítače. Počet analytických nástrojů, je použit pro údaje, které pomáhají lékařům stanovit diagnózu. Program automaticky vypočítává relativní oblasti pro levé a pravé oko, podle kterých lze zjistit, které oko je postiženo obrnou svalu a poskytuje také sledování progresu inkomitantních odchylek. Grafy lze vytisknout nebo exportovat do jiných programů Windows pro další analýzu. Program obsahuje i databázi, která umožňuje uložit záznamy pro pozdější použití. [19]

Výsledky testu jsou uvedeny na obrazovce, v oblasti levého oka modře a v oblasti pravého oka červeně (obr. 8). Polohy fixačních značek jsou vyobrazeny malými černými kruhy. Počet zobrazených datových bodů závisí na typu provedeného testu. Umístění fixačních bodů je určeno automaticky vzhledem k velikosti použitého monitoru a pozorovací vzdálenosti. Počet zobrazených fixačních bodů závisí na typu provedeného testu. 25 pro celý test, 9 pro rychlý test. Umístění značek je určeno automaticky podle pozorovací vzdálenosti a velikosti monitoru použitého při zkoušce. Uspořádání grafů lze v mnoha ohledech přizpůsobit. [19]



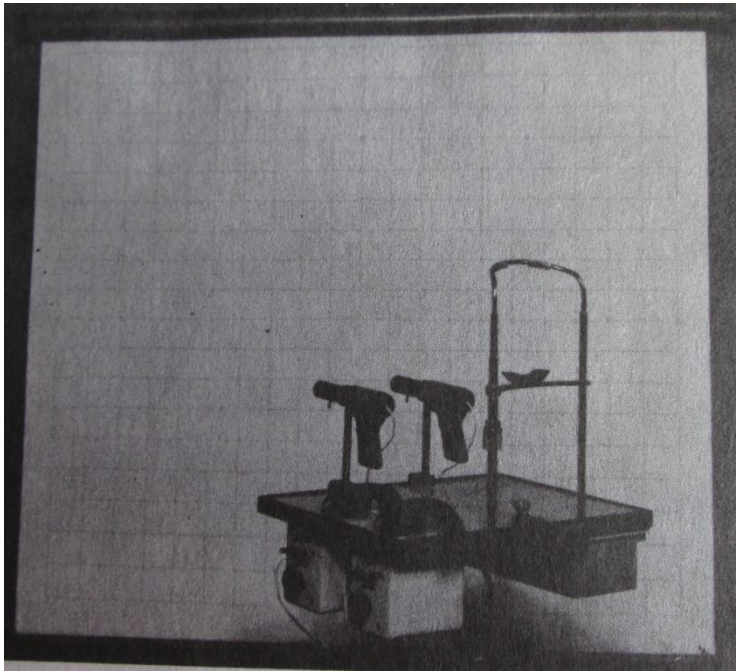
Obrázek č. 8 – Výsledek testu [19]

5.2.4 Lancasterův štít

Lancasterův štít je jakousi modifikací plátna Hessova. Vyšetřování i jeho hodnocení je založeno na stejném principu, s tím rozdílem, že Lancasterův štít je určen pro větší vyšetřovací vzdálenost. Konstrukcí je opět čtvercová deska ovšem bílé barvy, kde se nacházejí horizontální a vertikální čáry tvořící kolmo se křížící tangentsovou síť se stupnicí po 2° (obr. 9). Horizontální stupnice dosahuje do 20° a vertikální pak do 18° . Po 10° jsou v průsečících síť kruhové značky. Pacient má opět červenozelené brýle, kterými pozoruje plochu na štítu, kde se postupně objevují červené značky obdélníkového tvaru.

Provedení: Pacient má nasazené červenozelené brýle a hlavu fixovanou v opěrce pro bradu a čelo, která je od vyšetřovacího plátna vzdálena 2 m. Vyšetřující i pacient drží v ruku projektor, kterým se promítá na plátno světelná štěrbin. Vyšetřující pohybuje červeným světlem ve všech devíti základních pohledových směrech, a pacient má za úkol svým projektorem se zeleným světlem červené světla překrýt, obdobně jako u plátna Hessova. Po vyšetření jednoho oka se červenozelené filtry pacientovy přehodí a vyšetřuje se druhé oko. Opět zde platí, že zelené sklo je před vyšetřovaným okem. Délka světelné štěrbin a její sklon umožňuje dobře vyhodnotit postižení svalů, které

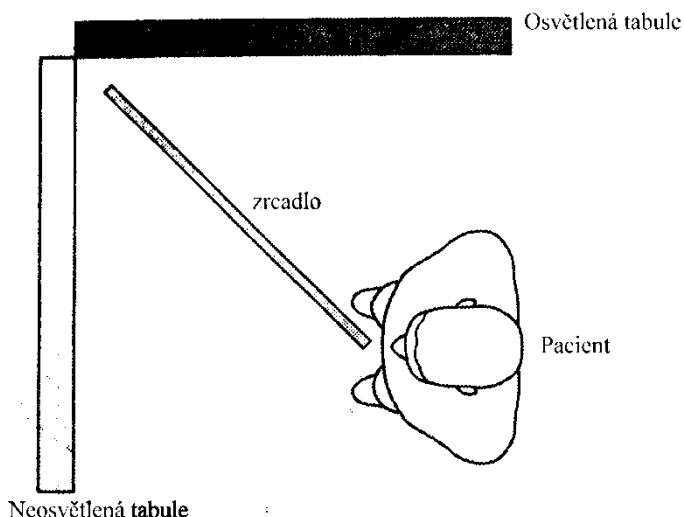
způsobují torzi. Vyšetření obou očí se zaznamenává do schématu, podle kterého se poté hodnotí případné poškození okoohybných svalů. [4, 9]



Obrázek č. 9 – Lancasterův štít [4]

5.2.5 Leesův štít

Leesův štít je také modifikací plátna Hessova ve formě dvou tangentských tabulí postavených kolmo k sobě. V místě styku obou tabulí je umístěno zrcadlo pod úhlem 45° (obr. 10). Účelem zrcadla je rozdělit zorná pole místo barevných brýlí. Obě tabule jsou odstupňovány obdobně jako u předchozích štítů, uprostřed začíná nulou a dále pokračuje po 5° . Zřetelněji jsou označeny značky v 15° a 30° , které tvoří vnitřní a vnější čtverec. Vnitřní čtverec označuje základní pohledové směry a vnější potom extrémní pohledové směry. Obě tabule lze při vyšetřování prosvěcovat. Samotné vyšetření probíhá tak, že na osvětlené tabuli ukazuje vyšetřující ukazovátkem na jednotlivé body, které pacient fixuje okem v přivráceném zrcadle. Pacient pak vlastním ukazovátkem ukazuje na odpovídající pozici na druhé neosvětlené tabuli, kterou má proti druhému oku. Vyšetřující pak tuto tabuli na chvíli rozsvítí, aby mohl určit postavení pacientova ukazovátka. Toto vyšetření slouží hlavně ke zjišťování paréz. [4, 10, 18]



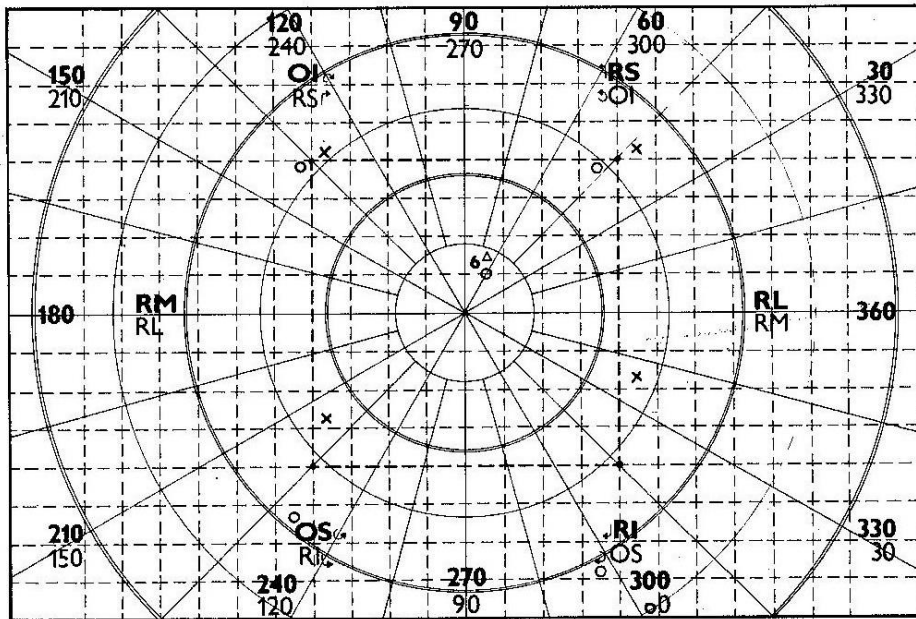
Obrázek č. 10 – Leesův štít (upraveno podle [10])

5.2.6 Rybova tabule

Rybova tabule je magnetická bílá deska o rozměrech 1 x 1 m s možností přímého záznamu pomocí magnetických značek zelené a červené barvy (obr. 11). Na tabuli je vyznačena pravoúhlá tangentská síť v prizmatických dioptriích a ve středu a v každém rohu má bílou žárovku. Přímky prizmatické sítě jsou vzdáleny 5 cm, což odpovídá ze vzdálenosti 1 m pěti prizmatickým dioptriím. Dále je na tabuli vyznačena síť soustředných kružnic po 5° od $0^\circ - 25^\circ$. Na vodorovné a svislé čáře se mohou převádět prizmatické dioptrie přímo na stupně a naopak. Test je založený na podkladě diplopie a vjemy obou očí se diferencují pomocí tmavě červeného skla, které se předsune před jedno oko. [4]

Vyšetření: Vyšetřovaný sedí s hlavou fixovanou v opěrce s tmavě červeným filtrem nejprve před levým, potom před pravým okem ve vzdálenosti 50 cm od tabule. V úrovni pacientových očí je fixační žárovka. Jedním okem přes tmavě červený filtr vidí jen světlo a druhým pak celou tabuli a ukazovátko. Postavení obrazů obou očí se vyznačuje červenými a zelenými značkami na magnetickou tabuli. Červené značky určují směr oka pravého, zelené pak směr oka levého. Dáme – li při vyšetření tmavě červené sklo před levé oko, vyšetřovaný určí ukazovátkem směr, kde vidí červené světlo a vyšetřující toto místo označí červenou značkou. Jak již bylo řečeno, červená značka určuje směr pravého oka, v tomto případě se promítne do levé poloviny tabule. Je-li

tmavě červené sklo před pravým okem, pacient vidí červené světlo v pravé polovině tabule. Zde se přichytí zelená značka, jež určuje směr levého oka. [4]



Obrázek č. 11 – Rybova tabule [4]

Při určování paretického svalu se vyšetření obou očí provádí postupně při fixaci všech pěti žárovek. Vyšetřující si všimne, v kterém rohu je rozestup značek největší a jeden z párů svalů, které mají v tomto místě svoji maximální akci, je paretický. Může to být vertikální přímý sval jednoho oka nebo šikmý sval oka druhého. Paréza je na oku, jehož značka je blíž střední vodorovné čáře. Na rybově tabuli můžeme také jednoduchým způsobem vyšetřit i torzi předsažením Maddoxova cylindru (vroubkovaná destička) před obě oči, která změní světla žárovek na svislé či vodorovné čáry. Maddoxův cylindr předložíme tak, aby pacient viděl svislé čáry. Při poruše torze vidí vyšetřovaný dva šikmo zkřížené pruhy světla. Paretický sval nalezneme tak, že skloníme pacientovu hlavu nejprve k jednomu, pak k druhému rameni, a zjišťujeme, při kterém úklonu oba pruhy svírají největší úhel. Paretický sval určíme pomocí úhlopříčky tabule, která probíhá stejným směrem jako svislá osa pacientovi hlavy.

Výhodou Rybovy tabule je její jednoduchost, schéma přímo na tabuli a možnost vyšetření bez zatemnění. [4]

5.2.7 Test na principu fenoménu hlavy a loutky

Vyšetření založené na fenoménu hlavy a loutky je nejvhodnější k vyšetřování motility u malých dětí. Principem je náhlé a neočekávané pasivní otočení hlavy, které způsobuje pohyb bulbů do opačného směru, než kterým otáčíme hlavu. Hlavu dítěte je nutno otočit vždy proti směru maximální akce vyšetřovaného svalu. Z toho vyplývá, že při vyšetření horizontálních odchylek, stačí jednoduché otočení hlavy do stran a při vyšetření vertikálních svalů je nutno hlavu pacienta i pasivně sklonit. Toto vyšetření je vhodné provést u malých dětí při obtížné diagnóze oboustranné kongenitální obrny n. VI. či esotropie velkého úhlu. Vyšetření je nutné vždy opakovat. [4]

Závěr

Bakalářská práce byla zaměřena na motilitu oka a její vyšetřování. Práce podává ucelený přehled možných vyšetřovacích metod a poukazuje na důležitost vyšetřování oční motility při každé refrakci. Mnohdy včasné zjištění a následné řešení nově vzniklé okoohybné odchylky, může zachránit lidský život. Příčinou může být choroba či abnormální vývoj nebo se může také jednat o nádor či krvácení.

První kapitola pojednává o anatomii okoohybného systému oka, kde je popsána základní anatomická struktura svalů, princip fungování jednotlivých svalů a také motorické nervy oka, které tyto svaly inervují. Dále se práce zabývá fyziologií očních pohybů, kde jsou popsány dva základní zákony pro harmonickou činnost všech párových svalů a plynulost očních pohybů.

Práce dále poskytuje vysvětlení monokulárních a binokulárních pohybů, jejich rozdělení a popis. Větší pozornost je věnována získaným inkomitantním odchylkám, které mohou vážně narušit motilitu oka. Správnou funkci okoohybných svalů můžou narušit také vrozené syndromy či obrny nervů, kterými se ve své práci taktéž zabývám.

Poslední kapitolu jsem věnovala stěžejnímu tématu mé bakalářské práce, což je popis a vysvětlení podstaty použití nejrůznějších testů, určených k vyšetřování motility. Vedle klasických metod je zmíněn a popsán také moderní přístup, umožňující vyšetření motility pomocí vhodných počítačových programů, který lze provádět s využitím běžně dostupné techniky. Jsou zde vysvětleny jednotlivé testy, které fungují na principu oddělení vjemu obou očí. Měříme pak odchylku mezi oběma očima v různých pohledových směrech.

Použité zdroje

[1] KUCHYNKA, Pavel a kol. *Oční lékařství*, Praha: Grada publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8

[2] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a emryologie oka*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 80-7013-313-9

[3] OTRADOVEC, Jiří. *Klinická neurooftalmologie*, Praha: Grada publishing, 2003. ISBN 80-247-0280-0

[4] DIVIŠOVÁ, Gabriela. *Strabismus*, Praha: Avicenum, 1990. ISBN 80-201-0037-7

[5] SYNEK, Svatopluk. *Fyziologie oka a vidění*, Praha: Grada publishing, 2004. ISBN 80-247-0786-1

[6] SYKA, Josef, VOLDŘICH, Luboš, VRABEC, František. *Fyziologie a patofyziologie zraku a sluchu*, Praha: Avicenum, 1981.

[7] KREJČOVÁ, Hana. *Fysiologie a patologie očních pohybů*, Praha: Avicenum, 1973

[8] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*, Praha: Galém: Karolinum, 2006. ISBN 80-7262-404-0

[9] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*, Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-207-8

[10] EVANS, Bruce J. W. *Pickwell's binocular vision anomalies*, Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8897-0

[11] PLUHÁČEK, František. *Normální binokulární vidění*, výukové materiály k předmětu Binokulární vidění, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2012

- [12] PLUHÁČEK, František. *Poruchy binokulárního vidění*, výukové materiály k předmětu Binokulární vidění, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2012
- [13] PLUHÁČEK, František. *Vyšetřovací postupy binokulárního vidění a akomdace*, výukové materiály k předmětu Korekce zraku II., Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2012
- [14] EVANS, Bruce J. W., DOSHI, S. *Binocular Vision and Orthoptics*, Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2001. ISBN 0-7506-4713-2
- [15] ODEHNAL, Milan. *Strabismus* [online]. 2008+[cit. 2008-05-05]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/postgradualni-medicina/strabismus-367843>
- [16] GROSVENOR, Theodore. *Primary care optometry*, St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-7575-8
- [17] ELLIOT, David B. *Clinical procedures in primary eye care*, Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0-7506-8896-3
- [18] EPERJESI, Frank, RUNDTRÖM, Michelle M. *Practical binocular vision assessment*, Birmingham/Nottingham: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 0-7506-5010-9
- [19] Thomson Software Solutions, PC Hess Screen Torsion - návod k použití, Herts, dostupný z: <http://www.thomson-software-solutions.com/Hess%20Manual.pdf>