

MASARYKOVA UNIVERZITA

Lékařská fakulta



**Oční motilita, vyšetřovací postupy, metody
a vyhodnocení získaných výsledků**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kus

Autor: Iva Naušová

Specializace ve zdravotnictví

Optika – optometrie

Brno, duben 2012

Anotace:

Autor: Iva Naušová

Obor: Specializace ve zdravotnictví – optika a optometrie

Zadání práce: Oční motilita, vyšetřovací postupy, metody a vyhodnocení získaných výsledků

Vedoucí práce: MUDr. Petr Kus

Tato bakalářská práce se zabývá oční motilitou a metodami, postupy, které lze využít při jejím vyšetřování. První kapitoly se věnují anatomii okoohybných svalů a jejich fyziologii, resp. motilitě. Tyto jsou důležité pro pochopení dalších kapitol při popisování jednotlivých vyšetření. Dále práce seznamuje se strabismem, nejčastější poruchou hybnosti očí. V dalších kapitolách se práce zabývá vyšetřovacími metodami a postupy. Nejprve rozebírá vyšetření postavení očí, jež může být spolu s okoohybnými poruchami změněno, a poté se podrobně věnuje vyšetřovacím metodám oční motility.

Klíčová slova: oční motilita, okoohybné svaly, vyšetřovací metody

Annotation:

Author: Iva Naušová

Specialization: Specialization in health care – optics and optometry

Work assignment: Ocular motility, investigative methods, procedure and evaluation of results

Supervisor: MUDr. Petr Kus

This bachelor thesis deals with ocular motility and methods, procedures, which can be used at its examination. The first chapters are devoted to the anatomy of extraocular muscles and their physiology or motility. These are important for understanding of the following chapters describing individual examinations. Furthermore, the thesis discusses strabismus, the most frequent disorder of ocular motility. In the next chapters, the thesis deals with examination methods and procedures. Firstly, it analyses the examination of eye position, which can be changed in conjunction with the extraocular disorders and then examination methods of ocular motility are presented in details.

Key words: ocular motility, extraocular muscles, examination methods

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Petra Kuse za použití literatury uvedené v seznamu, který je součástí práce, a zároveň souhlasím, aby byla práce uložena v knihovně Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně a byla zpřístupněna studijním účelům.

V Brně, duben 2012

.....

Iva Naušová

Touto cestou bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce, MUDr. Kusovi, za poskytnuté rady a připomínky v průběhu psaní práce.

OBSAH

1 Úvod	7
2 Anatomie okohybného systému oka	8
2.1 Morfologie okohybných svalů	9
2.2 Tenonská membrána	10
2.3 Svalové aponeurózy	11
2.4 Okohybné nervy a jejich jádra	11
2.4.1 Jádrová oblast n. III	13
2.4.2 Párové jádro n. IV	13
2.4.3 Jádro n. VI	14
2.5 Motorická centra zrakové kůry	14
3 Motilita oka	16
3.1 Pohyby očí během fixace	18
3.2 Velké pohyby oční	18
4 Strabismus	21
4.1 Konkomitující strabismus	22
4.2 Inkomitantní strabismus	22
4.3 Latentní strabismus	24
4.4 Sekundární strabismus	24
5 Vyšetření postavení očí	25
5.1 Úhel gama	25
5.2 Brücknerův prosvěcovací test	26
5.3 Hirschbergova metoda podle polohy rohových reflexů	27
5.4 Zakrývací zkouška	28
6 Vyšetřovací postupy, metody a vyhodnocení získaných výsledků oční motility	33
6.1 Orientační vyšetření motility – test dukce a verze	34
6.2 Kvantitativní vyšetření motility	35
6.2.1 Vyšetření motility na perimetru	35
6.2.2 Vyšetření motility na troposkopu – test Roper – Hallové	35
6.3 Vyšetření konvergence	36
6.4 Vyšetření úchytky	37

6.4.1 Měření podle rohovkových reflexů dle Hirschberga	37
6.4.2 Vyšetření na Maddoxově kříži	37
6.4.3 Vyšetření na perimetru	37
6.4.4 Alternující zakrývací test s hranoly	38
6.4.5 Krimského test.....	38
6.4.6 Vyšetření na troposkopu	39
6.4.7 Vyšetření cyklodeviací pomocí Maddoxova dvojitého prizmatu.....	40
6.5 Vyšetření motility na základě „fenoménu hlavy loutky“	41
6.6 Testy k určení restrikce motility	42
6.6.1 Test pasivní dukce („forced duction test“)	42
6.6.2 Aktivní dukční test („active forced generation test“)	43
6.6.3 Tonometrie v pohledových směrech	44
6.6.4 Analýza sakadických pohybů	44
6.7 Testy k určení postiženého vertikálního svalu	45
6.7.1 Test úklonu hlavy podle Bielschowského	45
6.7.2 Parksův třístupňový test	46
6.7.3 Dvoustupňový test	46
6.7.4 Schwartingův třístupňový test	47
6.8 Vyšetření při diplopii	48
6.8.1 Kvalitativní vyšetření diplopie	49
6.8.2 Kvantitativní vyšetření diplopie	52
6.9 Elektrofyziologické metody	58
6.9.1 Elektromyografie	58
6.9.2 Elektrookulografie	62
6.9.3 Elektronystagmografie	63
7 Závěr	64
Citovaná literatura.....	65
Seznam použitých zkratk	67
Seznam obrázků.....	68
Seznam tabulek	69

1 ÚVOD

Jak funguje lidské tělo a jednotlivé orgány zkoumali lidé již ve starověkém Řecku, Římě a Egyptě. Velký rozvoj medicíny ale nastává na přelomu 17. a 18. století, kdy se přistoupilo k pitvám, a díky nim došlo i k bližšímu poznání anatomie těla. S dalším rozvojem lidského vědění v oblastech přírodních věd a s tím související rozvoj techniky byl umožněn další vývoj medicíny až do dnešní doby.

Z lidských smyslů řadíme na první místo zrak, neboť jeho prostřednictvím získáváme až 80% informací z našeho okolí. Oko jako výkonný orgán zraku zkoumá oftalmologie.

Ve své práci se zabývám oční motilitou, tedy hybností oka, která je umožněna díky dokonalé souhře všech okohybných svalů. Okohybné svaly pracují společně a vyváženě ve všech pohledových směrech. Nikdy tak nedochází k inervaci pouze jednoho svalu, ale vždy se jedná o inervaci více svalů. Každá kontrakce svalu předpokládá uvolnění jeho antagonisty, což představuje další inervační proces. Ve svém důsledku pak obě oči fungují jako jednotný orgán, hovoří se o kyklopském oku, a proto musí docházet k souhře konjugovaných pohybů.

Pokud dojde k narušení rovnováhy okohybných svalů, dochází k poruchám oční motility. Poruchy oční motility vznikají z různých neurologických příčin a jejich klasifikace tvoří oblast neurologické diagnostiky. V poruchách oční hybnosti se též odrážejí patologické procesy mnohých struktur mozku. V užším slova smyslu jsou však poruchy oční motility zahrnovány pod různé druhy strabismu a jsou předmětem oftalmologické diagnostiky. Důležité je poruchu včas diagnostikovat, abychom mohli co nejdříve zahájit léčbu. U dětí je toto důležité především pro další správný vývoj binokulárního vidění, ač laická veřejnost stále vnímá strabismus především jako kosmetickou vadu. U dospělých se setkáváme především s různými pohledovými obrnami – pouze získanými formami paralytického strabismu, kdy je také důležité zjistit příčinu poruchy.

Práce by měla přinést shrnutí vyšetřovacích postupů a metod, které lze využít pro vyšetřování oční motility a jejích poruch. Zároveň seznamuje s vyhodnocováním získaných výsledků jednotlivých vyšetřovacích metod.

2 ANATOMIE OKOHYBNÉHO SYSTÉMU OKA

Oční svaly lze rozdělit na svaly extraokulární, které umožňují oku pohyb a jimiž se dále budeme zabývat, a svaly intraokulární. Dále jsou to svaly ovlivňující pohyb očních víček.

Mezi intraokulární svaly řadíme musculus sphincter pupillae, musculus dilatator pupillae a musculus ciliaris. První dva svaly se účastní zornicové reakce – miózy a mydriázy, a musculus ciliaris se účastní akomodace.

Svaly umožňující pohyb víček jsou musculus levator palpebrae a musculus tarsalis superior (Müllerův hladký sval), sevření víček ovlivňuje musculus orbicularis oculi.

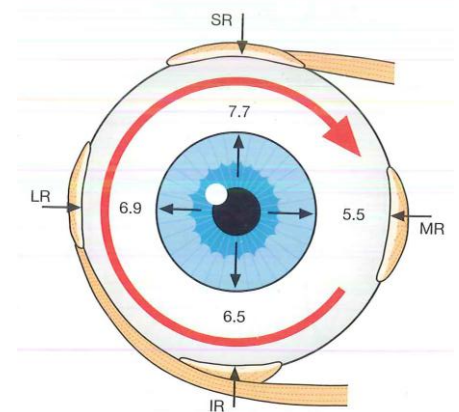
Samotnou hybnost oka zajišťuje šest extraokulárních svalů na každém oku. Jsou to čtyři přímé a dva šikmé svaly: přímý vnitřní, vnější, horní a dolní, šikmý dolní a horní.

Všechny okohybné svaly kromě dolního šikmého svalu začínají spolu se zvedačem horního víčka ve vazivovém prstenci – anulus tendineus communi Zinii uloženém v hrotu orbity. Ten překrývá kanál očního nervu a také vnitřní část horní oční štěrbině. Uvnitř centrálního otvoru vazivového prstence velikosti 6 mm probíhají okohybné nervy – n. oculomotorius, n. abducens, n. nasociliaris, sympatický kořen ciliárního ganglia a někdy také větev oftalmické vény. Nervus trochlearis a další dvě větve n. ophtalmicus spolu s horní oční vénou vstupují do očnice horní orbitální štěrbinou, ale probíhají mimo vazivový prsteneček. Uvnitř prstencec probíhá ještě oční nerv a oční tepna (1).

Přímé svaly pokračují přímo jako tzv. svalový kónus kolem oční koule a upínají se na sklěře před ekvátorem, rovnoběžně s limbem u čísla 3, 9, 6 a 12. Přestože horní šikmý sval začíná rovněž v anulus tendineus communi, jeho průběh je od přímých svalů odlišný. Nejprve jde ve formě svalových vláken mezi horním a vnitřním přímým svalem dopředu při mediálním okraji očnice až k chrupavčité kladce (trochleae) při orbitálním vchodu. Již před ní se svalové bříško mění ve válcovou šlachy, která v kladce volně klouže. Trochleou nazýváme kladku prstenčitého tvaru z hyalinní chrupavky, která se nachází v místě spina trochlearis a je 4 – 5 mm dlouhá. Po průchodu kladkou horní šikmý sval zahýbá dozadu a zevně a pokračuje ke svému úponu těsně za ekvátorem v temporálním horním kvadrantu bulbu, v místě výstupu horních vertikálních vén ze skléry. V této části průběhu svalu podbíhá šlachy horního přímého svalu, která ho tak z velké části překrývá. Dolní šikmý sval jako jediný ze šesti okohybných svalů nezačíná ve vazivovém prstenci, ale v dolním nazálním kvadrantu očnice

na periostu maxilly, hned za očnícovým okrajem. Odtud začíná jako krátká šlacha přecházející ve svalový oddíl jdoucí mezi stěnou orbity a dolním přímým svalem dozadu a nahoru ke svému úponu. Ten se nachází v zevním dolním kvadrantu bulbu, opět za ekvátorem, u výstupu dolních vertikálních vén ze skléry. Dolní šikmý sval je dlouhý 37 mm, a je tak nejkratší z okohybných svalů.

Svalová část všech okohybných svalů je tvořena z paralelně probíhajících vláken, která se směrem dopředu rozšiřují a končí širokým svalovým úponem. Délka okohybných svalů se pohybuje okolo 40 mm. Nejdelší z nich je horní šikmý sval se svými 60 mm a nejkratší je dolní přímý sval. Svalová část přechází v různě dlouhou šlachu, nejdelší šlachu má zevní a nejkratší vnitřní přímý sval. Šířka šlachy se pohybuje mezi 9 – 11 mm. Sklerální úpon svalů je plošný, položen šikmo a zasahuje hluboko do sklerální tkáně. Úpony očních svalů se řadí do tzv. Tillauxovy spirály (obr. 1) vzhledem k tomu, že se každý sval upíná ke sklěře různě daleko od limbu. Nejblíže k limbu se upíná vnitřní přímý sval, naopak nejdále od limbu má svůj úpon horní přímý sval. Vzdálenost svalů od limbu je 5,5 – 8,5 mm. Šikmé svaly se liší od přímých tím, že jejich svalová část je méně plošná, spíše zakulacená a že se upínají až za ekvátorem (1; 2).



Obrázek 1: Tillauxova spirála (10)

2.1 MORFOLOGIE OKOHYBNÝCH SVALŮ

Okohybné svaly jsou tvořeny příčně pruhovanými svalovými vlákny, ta se některými zvláštnostmi odlišují od kosterního svalstva. Tyto svaly vykazují totiž stálou aktivitu a jejich rychlá a neobyčejně přesná změna kontrakce je důležitá pro binokulární vidění. Svalová vlákna očních svalů jsou na rozdíl od kosterních svalů mnohem jemnější, tenčí a probíhají celou délkou svalu. Jejich tloušťka kolísá, silnější vlákna jsou uložena ve střední části svalu, ta nejjemnější zevně. Svalová vlákna vykazují histologicky zvláštní stavbu, při níž centrální svazček fibril je obklopen dalšími fibrilami, které ho koncentricky nebo spirálovitě obkružují. Každé svalové vlákno obsahuje četná elastická vlákna. Jednotlivá svalová vlákna jsou uspořádána do svazčků s vlastním pojivovým obalem, v němž jsou opět četná elastická vlákna. Připisuje se jim účast na pasivní kontrakci, která následuje ihned po stahu antagonistického svalu. Mezi svazčky probíhají cévy a nervy. Podle histologického a elektrofyziologického pohledu lze svalová vlákna rozdělit na dva typy:

1. **Vlákna typu A** - jsou tlustá svalová vlákna, která inervují jednotlivá silnější nervová vlákna ($\geq 7 \mu\text{m}$) a podobně jako kosterní svaly reagují podle zákona „vše nebo nic“, tedy vždy, když dosáhne podnět prahové hodnoty. Síla kontrakce je tak vždy maximální, nikoliv odstupňována a je provázána elektrickými akčními potenciály. Síla kontrakce celého svalu pak závisí pouze na počtu zapojených motorických jednotek a na frekvenci jejich výbojů. Tato vlákna jsou určena pro rychlé, fáziké oční pohyby.
2. **Vlákna typu B** – jsou velmi jemná svalová vlákna, která se v kosterním svalstvu vůbec nevyskytují. Jsou četně inervována jemnými nervovými vlákny ($< 7 \mu\text{m}$), která reagují pomalu, tonicky, a proto jsou určena pro pomalé sledovací pohyby, fúzní pohyby a pro fixaci. Síla stahu závisí na stupni dráždění. Aktivita není provázána akčními potenciály, ale stupňovanou membránovou depolarizací.

Počet vláken je v jedné motorické jednotce mnohem nižší oproti motorickým jednotkám končetinových svalů. Ty obsahují i více než 100 svalových vláken, zatímco motorická jednotka očních svalů jich obsahuje pouze šest. Díky tomu je umožněna dobrá inervace pro potřebné jemné pohyby oční. Okohybné svaly vykazují aktivitu i při zdánlivém klidu očí, což dokazuje záznam z EMG (2).

2.2 TENONSKÁ MEMBRÁNA

Okohybné svaly mají za úkol nejen hybnost bulbu, ale také ho upevňovat v orbitě. Tomu napomáhá pojivový systém membranózního charakteru, který vytváří pochvy kolem okohybných svalů a tzv. Tenonskou membránu, která je zhuštěná v jakési kloubní lůžko pro bulbus. Spojkami k periorbitě, které probíhají jako septa v orbitálním tuku, je skýtána opora pro oční kouli. Oddělením svalů od orbitálního tuku je oční kouli umožněn lepší pohyb. Tenonská membrána je popisována jako obal obklopující oční kouli a prostírající se od rohovky až po oční nerv. Skládá se z fibroelastických vláken a její tloušťka se v různých místech liší. Nejsilnější je v oblasti ekvátoru a nejslabší blízko rohovky. Tenonskou membránu lze rozdělit na dvě části. Přední oddíl, který svou horní plochou hraničí před ekvátorem s fornixem spojivky, a zadní úsek za ekvátorem, pro něhož jsou typická septa v orbitálním tuku vybíhající z membrány směrem zevně. Na zadním pólu je v membráně otvor pro oční nerv. Dalšími šesti otvory procházejí okohybné svaly a dostávají se tak ke svému úponu ve sklěře. Každý sval má svou pochvu, která je v místě průchodu membránou na ni pevně napojena. Svalová pochva obaluje sval od jeho začátku až k úponu.

Jednotlivé svalové pochvy jsou mezi sebou spojeny jemnými membránami, čímž je vytvářena intramuskulární membrána (1).

2.3 SVALOVÉ APONEURÓZY

Udržovat bulbus v jeho stálé poloze také napomáhají konečné výběžky svalových šlach (svalové aponeurózy), které vedou až k okrajům očnice a do víček. Nejdůležitější jsou aponeurózy zevního přímého svalu upínající se na vnější orbitální stěnu a přecházející v laterální ligamenta. Tenčí je aponeuróza vnitřního přímého svalu, která sahá až do oblasti karunkuly a vnitřního spojivkového vaku. Význam obou zevních aponeuróz spočívá nejen v upevňování bulbu, ale i v tom, že působí jako měkké brzdy při extrémních pohybech oka do strany a mají schopnost přispívat k pasivnímu návratu oka do výchozí pozice. Výběžky aponeurózy horního přímého svalu jsou úzce spojeny se zvedačem horního víčka a sahají až k úponu v horním víčku. Jemné výběžky jdou i do horní přechodní řasy a účastní se zdvihání pohledu. Právě tak výběžky aponeurózy dolního přímého svalu se účastní pohybu oka při klesání pohledu. V místě křížení dolního přímého a dolního šikmého svalu dochází ke ztluštění jejich svalových pochev a Tenonské membrány a aponeurózy těchto svalů vybíhají až k aponeurózám vnitřního a zevního přímého svalu. Tento membranózní systém sahá od slzní kosti ke kosti jařmové a je důležitým opěrným systémem oka. Aponeuróza horního šikmého svalu je spojena s horním přímým svalem a se zvedačem horního víčka. Také trochlea představuje určitý opěrný bod oka. Aponeuróza dolního šikmého svalu je další důležitý opěrný pás probíhající směrem dolů do zevních dolní částí očníkové stěny. Takto vytvořené 10 – 12 mm dlouhé 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 ještě periorbita a její výběžky k okohybným svalům, k očnímu nervu a k větším cévám (1).

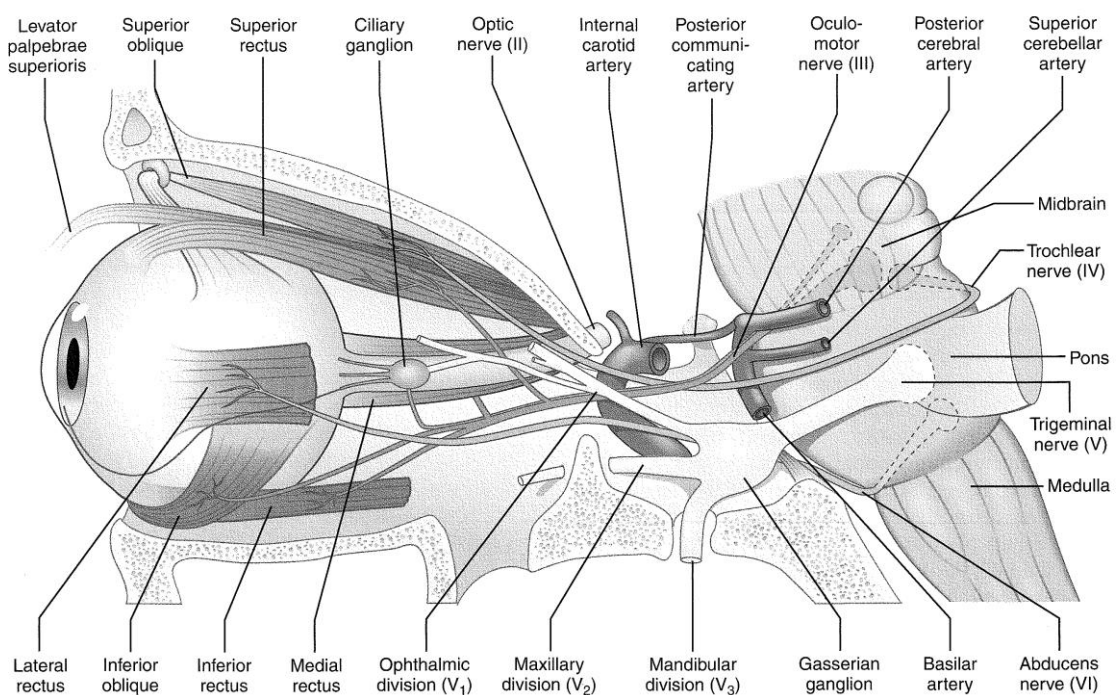
2.4 OKOHYBNÉ NERVY A JEJICH JÁDRA

Jádra okohybných nervů (n. oculomotorius, n. trochlearis, n. abducens) tvoří jakousi analogii předních míšních rohů, obsahují totiž motoneurony, které řídí činnost jednotlivých okohybných svalů. Motorické nervy pro okohybné svaly tak vlastně tvoří poslední – efektorový úsek převodového systému motorické oblasti zrakového orgánu. Celý převodový motorický systém je dohromady nazýván jako supranukleární oblast. Tu představuje rozsáhlá

síť spojuj od motorických center mozkového kortexu i podkoří. Supranukleární proto, že se tato oblast nachází poněkud výše a centrálněji než oblast jader okohybných nervů. Impulzy z této oblasti se pak převádějí na vlastní motorické nervy přes jejich jádra v mozkovém kmeni.

Všechny hlavové nervy vedoucí k oku začínají v oblasti mozkového kmene ve středním mozku a na mozkovém mostě (obr. 2). Každý nerv má různě velké počáteční jádro, které leží v šedé mozkové hmotě. Po krátkém průběhu uvnitř lebky prochází nerv kavernózním sinem, který leží v blízkosti hypofýzy a tureckého sedla. Po výstupu z kavernózního sinu probíhají nervy k horní orbitální štěrbině a odtud do orbity (3; 1; 2). Nervus oculomotorius (III. hlavový nerv) inervuje všechny okohybné svaly s výjimkou m. obliquus superior a m. rectus lateralis. Nervus trochlearis (IV. hlavový nerv) inervuje m. obliquus superior a nervus abducens (VI. hlavový nerv) inervuje m. rectus lateralis.

Jádrová oblast okohybných nervů se rozprostírá na poměrně širokém okrsku pod aqueductus mesencephali (Sylvii), kde se nachází jádra III. a IV. hlavového nervu, a dále pod spodinou čtvrté komory, kde je jádro VI. hlavového nervu. Jednotlivé skupiny jader leží dorzálně od zadního podélného svazku (fasciculus longitudinalis medialis), mají k němu těsný vztah a také jsou vzájemně spojeny jemnými spojkami v podobě příčných vláken. Další spojky pak přicházejí z vyšších kortikálních oblastí (4).



Obrázek 2: Průběh kraniálních nervů (5)

2.4.1 JÁDROVÁ OBLAST N. III.

Jádrová oblast n. III. je zhruba 10 mm dlouhá a 3 – 4 mm široká. Nalézáme v ní párové malobuněčné jádro Edinger – Westphalovo (nucleus parasymphatikus n. III.), ze kterého vychází zkřížená i nezkřížená vlákna pro m. ciliaris a m. sphincter pupillae. Parasympatická vlákna jdoucí ke svěrači zornice jsou citlivá na kompresi aneuryzmaty, především pak na blízké a. communicans posterior. Dále se zde nachází centrální nepárové malobuněčné jádro Perlioovo (nukleus medianus rostralis), u něhož je dosud jeho funkce nejasná a vědci stále diskutovaná. Předpokládá se jeho význam při inervaci vnitřních očních svalů a obou vnitřních přímých svalů při konvergenci. V oblasti jader n. oculomotorii ještě nalézáme postranní párové velkobuněčné jádro ležící symetricky na každé straně mediální roviny. Podle Warwickova schématu z r. 1953 obsahuje buněčné okrsky pro jednotlivé okoohybné svaly v následujícím pořadí: dolní přímý, dolní šikmý, vnitřní přímý, horní přímý sval a zvedač horního víčka. Vlákna pro zvedač horního víčka jsou zkřížená i nezkřížená, pro horní přímý sval jsou všechna vlákna zkřížená a pro ostatní okoohybné svaly jsou všechna vlákna nezkřížená. Nervová vlákna jdoucí z různých částí jádrové oblasti se spojují v hrubší svazky, které se spojí dohromady v jeden oblý svazek tvořený především motorickými vlákny. Výstup okulomotoriu leží v mediální části středního mozku, proniká skrze dura mater a dostává se ke kavernóznímu sinu. Po průchodu sinem se dělí na dvě větve, horní – ramus superior jdoucí ke zvedači horního víčka a k hornímu přímému svaly, a dolní – ramus inferior, dělicí se dále na tři větve pro vnitřní přímý sval, dolní přímý a dolní šikmý sval. Dolní větev obsahuje také parasympatická vlákna směřující k ciliárnímu gangliu, odkud pokračují k duhovkovému svěrači a k ciliárnímu svaly (3; 1; 6; 4).

2.4.2 PÁROVÉ JÁDRO N. IV.

Párové jádro n. IV. leží v dolní části mezencefala na úrovni coliculi inferiores a dekuzace horního cerebrálního pedunklu, hned pod jádry nervu oculomotoriu. Odtud probíhá nervus trochlearis dozadu, kříží se a v oblasti čtvrehrbolí vystupuje z mozkové hmoty. Jako jediný okoohybný nerv tak vystupuje na dorzální straně mozkového kmene, též jako jediný vystupuje zcela zkřížený. Po jeho vstupu do kavernózního sinu se jeho průběh téměř shoduje s n. III. s tím, že nevstupuje do vazivového prstence. Obchází ho a přes horní očníkovou štěrbinu se dostává k hornímu šikmému svaly, do kterého vstupuje za jeho zadní třetinou. Nervus

trochlearis je velice tenký, a proto hrozí jeho poškození střížným mechanismem při poranění hlavy. Obsahuje pouze motorická vlákna (1; 3; 2; 4).

2.4.3 JÁDRO N. VI.

Jádro n. VI. leží nejdále vzadu za jádru třetího a čtvrtého hlavového nervu na spodině čtvrté komory. Jádro je obkrouženo vnitřním kolínkem lícního nervu a z tohoto ohbí vystupuje kořen n. abducens, postupuje pak odzadu kupředu mozkovým kmenem podél hranice prodloužené míchy. Vlákna abducentu mají nezkřížený průběh a z mozku vystupují mezi mostem a prodlouženou míchou. Po spojení všech vláken se nerv posouvá na přední stranu mozku, kde proniká skrze tvrdou plenu a přesunuje se přes pyramidu kosti skalní dále dopředu. Dostává se do kavernózního sinu, kde zaujímá místo blízko vnitřní karotidy. Do očníce proniká též horní očníkovou štěrbinou. Po průchodu anulus tendineus communi vstupuje do vnějšího přímého svalu, který inervuje (4; 1; 2).

2.5 MOTORICKÁ CENTRA ZRAKOVÉ KŮRY

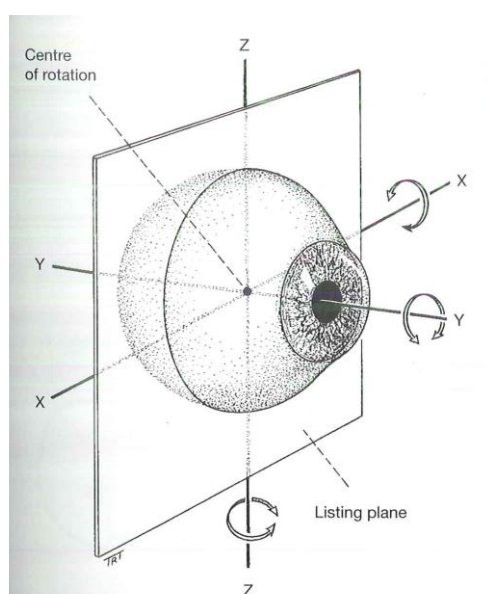
- a) **Korová motorická centra** jsou centra párová, to znamená, že se nachází vždy po jednom v každé hemisféře. Signály z centrálních motorických oblastí jsou vždy impulsem pro binokulární párové pohyby. Léze některých z těchto oblastí vede k obrně pohledového pohybu, ale nezasahuje přímo okohybné svaly, ani nezpůsobuje strabismus. Nervová podráždění pro pohyb jsou z center přenášena buď přímo do jader okohybných nervů, nebo do asociačních center v mozkovém kmeni (pro pohyby horizontální, vertikální a vergenční), zvaných centra podkorová.
- **Frontální motorická (okulogrická) oblast** se nachází v necentrálním gyru frontálního laloku a řídí volní pohyby očí. Pohledový horizontální pohyb nastane tehdy, pokud okohybné svaly dostanou signály pouze z jedné hemisféry; dráha pro pohyb doprava vychází z levého čelního laloku a jde vnitřní kapsulou do druhostranného pontinního pohledového centra PPRF. Volní konjugované pohledy vertikální jsou dílem současného signálu z obou center frontálního laloku.
 - **Okcipitální motorická oblast** realizuje reflexní oční pohyby, tzv. pohyby optomotorické. Mezi optomotorické reflexy řadíme reflexní pohledové pohyby, reflex akomodace a konvergence (přičemž volní konvergence je zajišťována z podkorových center), reflex sledovací a mrkací, reflex fúze a podle Haggoniera i reflex fixace a refixace. Zrakově podmíněný impuls pravděpodobně vzniká přímo

ve zrakovém centru ve striatě a odtud přechází do okcipitální motorické oblasti. Motorická dráha z okcipitálního centra prochází bílou hmotou mozkovou k mozkovému kmeni, kde pokračuje podobně jako dráha z frontálního laloku. Vlákna pro horizontální pohyby i pro konvergenci končí v homolaterálních podkorových centrech, vlákna pro horizontální pohyby po překročení střední čáry se dostávají cestou fasciculus longitudinalis medialis k podkorovým centrům opačné strany. Pro vertikální pohyb je zapotřebí stejného a současného podráždění z okcipitálního motorického centra obou hemisfér.

- b) **Podkorová - subkortikální motorická centra** nikdy nebyla anatomicky dokázána, ale jejich existence se předpokládá z hlediska funkčního a klinického.
- **Subkortikální centrum pro horizontální pohledové pohyby** se předpokládá v blízkosti jádra n. abducens. Nervové impulsy z frontální a okcipitální oblasti dostává centrum přímou drahou, dále pak pokračují na stejnostranné jádro abducentu a prostřednictvím fasciculus longitudinalis medialis na protilehlé jádro oculomotoria.
 - **Subkortikální centrum pro vertikální pohledové pohyby** se dává do spojitosti s colliculus superiores. Předává motorické impulsy jádrům n. III. a IV. Předpokládá se, že centrum má dva oddíly: kraniální pro pohledové pohyby vzhůru a kaudální pro pohledové pohyby dolů.
- c) **Vestibulární aparát** představuje mimooptický reflexní systém. Je součástí středního ucha a skládá se ze tří polokruhovitých kanálků, ze sakulu a utrikulu, to vše tvoří membranózní labyrint. Vestibulární aparát pak má za úkol pomocí statokinetických reflexů vyrovnávat očima změny polohy hlavy a těla. Změny polohy hlavy a gravitačního postavení těla vyvolávají na podkladě mechanického dráždění stimulaci nervových zakončení vestibulárního nervu. Ten vstupuje do mozkového kmene na dolním konci mostu a končí ve vestibulárních jádrech. Vestibulární jádra jsou pak spojena s jádry okohybných nervů díky fasciculus longitudinalis medialis (1; 3; 4; 2).

3 MOTILITA OKA

Oko je v primární poloze, pokud je hlava zpříma a oči směřují přímo vpřed. Vpřed směřuje fixační osa, která spojuje fixační bod s centrálním bodem otáčení oka. Otočný bod oka se nachází asi 13 – 14 mm za vrcholem rohovky a asi 10,5 mm před zadním pólem oka. Při osově hypermetropii je tento bod více vpředu, při myopii je tomu pak naopak. Kolem bodu otáčení oka se v podstatě dějí veškeré pohyby oka, a to proto, že se v něm střetávají tři hlavní osy rotace, zvané též osy Fickovy (obr. 3): horizontální (x), vertikální (z) a předozadní (y). V horizontální ose oko vykonává pohyby nahoru (elevace) nebo dolů (deprese), kolem vertikální osy se pohybují tzv. horizontální svaly – vnitřní a zevní přímý sval, jež pohybují okem pouze dovnitř (addukce) a zevně (abdukce). Jestliže byl pohyb oka pouze vertikálním nebo horizontálním směrem, nabytá poloha oka se nazývá sekundární. Pohyby z primárního do sekundárního postavení oka jsou tzv. základní pohyby oka a dějí se bez rotace. Kombinací vertikálních a horizontálních pohybů, např. vpravo nahoru, se oko dostává do terciárního postavení. Rovina vymezená osou x a z se nazývá rovinou Listingovou. Otáčení oka se děje kolem předozadní osy y. Za normálních okolností se okohybný systém snaží vyhnout rotaci podél předozadní osy nebo ji minimalizovat. Přesto se určitý stupeň torze nachází při každém přechodu oka z polohy primární do terciární. Dondersovo pravidlo říká, že velikost tohoto stáčení je vždy stejná, ať se pohyb děje jakýmkoliv způsobem. Kolem všech tří os rotace pohybují okem tzv. vertikální svaly, mezi něž se řadí horní a dolní přímý sval a horní a dolní šikmý sval, jejichž činnost se mění se změnou postavení oka (6; 3).

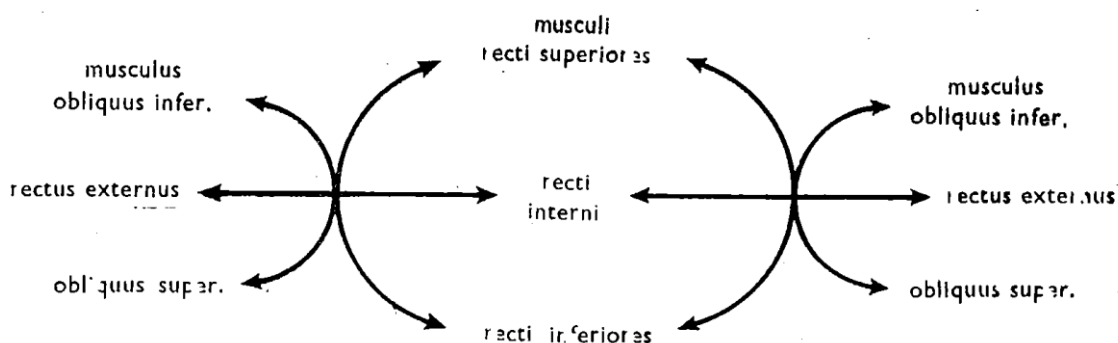


Obrázek 3: Listingova rovina a Fickovy osy pohybu (10)

Za fyziologických okolností se žádný z okohybných svalů nekontrahuje izolovaně. Inervační impulsy přicházejí neustále do všech svalů. Výsledný směr závisí na poloze bulbu v očnici. Zevní přímý a vnitřní přímý sval mají poměrně jednoduchou funkci, působí abdukci nebo addukci. Zato funkce vertikálních svalů je o něco složitější (obr. 4). Horní a dolní přímý sval působí analogicky. Horní přímý sval působí čistou elevaci, pokud rovina svalu a optická osa jsou ve stejném směru, tj. v abdukci 23°. Dál způsobuje ve svém primárním postavení stočení bulbu nahoru a zároveň jeho addukci a torzi dovnitř. Dolní přímý sval naopak působí čistou depresi bulbu při současném stočení bulbu zevně v abdukci 23°. V primárním postavení působí nejen depresi bulbu, ale zároveň jeho addukci a extorzi. V addukci 50° je horní šikmý sval čistým skláněčem a dolní šikmý sval čistým zvedačem. Naopak v abdukci kolem 40° působí horní šikmý sval především intorzi a dolní šikmý sval extorzi. Funkci jednotlivých svalů vidíme v přehledu v tabulce č. 1 (1; 2; 6).

Zevní oční sval	Primární funkce	Přidružená funkce	Oblouk kontaktu
vnitřní přímý	addukce	žádná	6 mm
zevní přímý	abdukce	žádná	10 mm
horní přímý	elevace	addukce, intorze	6,5 mm
dolní přímý	deprese	addukce, extorze	7 mm
horní šikmý	intorze	deprese, abdukce	12 mm
dolní šikmý	extorze	elevace, abdukce	15 mm

Tabulka 1: Primární a přidružení funkce okohybných svalů a jejich oblouk kontaktu (4)



Obrázek 4: Strebellovo schéma pohybů očí. V primární pozici převládá při pohybech ve vertikále pohyb nahoru a dolů nad abdukci a addukci, menší radius zakřivení oblouků ukazuje na větší rotační složku šikmých svalů. (7)

3.1 POHYBY OČÍ BĚHEM FIXACE

Oko není nikdy v absolutním klidu. I v období usilovné fixace nehybného podnětu vykonává oko malé oční pohyby, mezi které patří mikrosakády, klouzavý pohyb očí a oční třes.

Mikrosakády jsou v mnohém podobné jako velké sakády. Jedná se o binokulárně symetrické, vůlí neovlivnitelné, nepravidelně se vyskytující rychlé pohyby oka s amplitudou od 2' do 40 – 50'' o trvání 10 – 20 ms. Délka trvání mikrosakády je odvislá od její amplitudy. Platí, že čím větší je amplituda, tím delší je i trvání pohybu. Jejich význam spočívá v navrácení zrakové osy do základního postavení po odchýlení klouzavým očním pohybem.

Klouzavý pohyb očí neboli drift je poměrně pomalý pohyb oka, kdy se za 200 ms vychýlí osa maximálně o 6'. Obraz se tak posune o 10 – 15 čípků a nedostane se mimo foveu. Zpět do centra fovey vrací obraz mikrosakády opačného směru. Klouzavý pohyb očí představuje jediný pohyb oka, který odporuje Heringovu zákonu. Každé oko „plave“ v klouzavém pohybu nezávisle a asymetricky. Jeho význam se dává do souvislosti se stabilizovaným obrazem na sítnici.

Oční třes (tremor) je pohyb s nejmenší amplitudou o 20 – 30'' a se značnou frekvencí 70 – 90 Hz, která mnohdy překročí i 100 Hz. Jeho význam však dosud není zcela znám (3).

3.2 VELKÉ POHYBY OČNÍ

Na rozdíl od fixačních pohybů oka, které mají amplitudu měřitelnou v úhlových minutách, jsou velké pohyby značně výraznější. Řadí se mezi ně dukce, konjugované (suhlasné) pohyby a disjunktční pohyby obou očí (obr. 5).

Jako **dukce** se označují pohyby pouze jednoho oka, které se dějí kolem Fickových os rotace. **Konjugované pohyby obou očí** jsou pohyby stejnosměrné a shrnují se též pod název **verze**. Mezi tyto pohyby patří sakády, sledovací pohyby a vestibulární reflexy. **Sakády** užívá zrak k prohlížení zorného pole a k větším změnám polohy fixačních os oka, umisťují sledovaný předmět na foveu nebo rychle převádějí pozornost z jednoho na druhý fixační cíl. Jsou to pohyby vůlí ovladatelné nebo reflexní při stimulaci periferní části retiny. Ačkoli jsou to pohyby velice rychlé, dosahují též velké přesnosti. Další z vlastností sakád je jejich

naprogramovaný charakter – následují po sobě vždy s minimálním odstupem 150 ms, což je doba nutná k vyhodnocení polohy podnětu a sestavení trajektorie dráhy. Zabrzdění (decelerace) sakády se pak děje automaticky, na základě viskoelastických vlastností tkání v orbitě, bez aktivní účasti antagonistů.

Sledovací pohyby na rozdíl od sakád nejsou ovladatelné vůlí. Objevují se pouze tehdy, pokud se v zorném poli pohybuje podnět určitou rychlostí, a jsou indukovány z okcipitální kůry za účasti ostatních pohledových mechanismů. Jsou shodné s pomalou složkou optokinetického a vestibulárního nystagmu. Pro rozlišení sledovacího pohybu a sakády poslouží příklad při čtení knížky. Pokud dotyčný čte v knížce jeden z řádků, využívá při tom sledovacího pohybu, po dočtení řádku a přechodu na řádek další sakády.

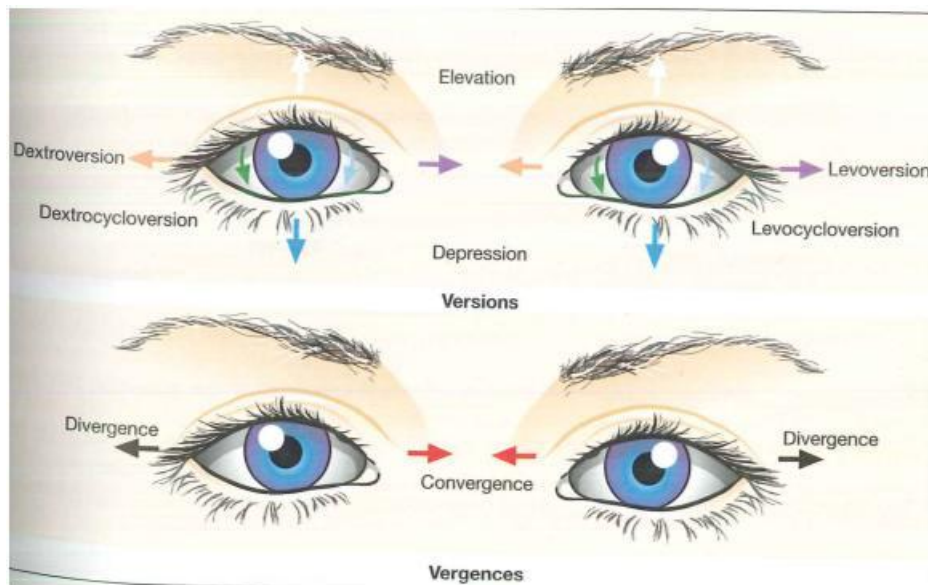
Platí, že každý okohybný sval má svého stejnostranného antagonistu, tj. sval, který stáčí oko na opačnou stranu. Příkladem stejnostranného antagonisty zevního přímého svalu je vnitřní přímý sval. Dále má každý sval svého druhostranného synergistu, tj. sval spřažený. Spřažené svaly spolu spolupracují v určitém pohledovém směru. Například pro pohled doprava je zapojen zevní přímý sval pravého oka a jeho druhostranný synergista vnitřní přímý sval levého oka. Stejně jako má každý sval stejnostranného antagonistu, má i druhostranného antagonistu. Ten pak otáčí oko opačným směrem než druhostranný synergista daného svalu. Například druhostranný antagonistu zevního přímého svalu pravého oka je zevní přímý sval levého oka. Činnost svalů a plynulost párových pohybů se řídí podle dvou hlavních zákonů pro motorickou činnost – zákona Sheringtonova a Heringova.

Zákon Sheringtonův o reciproké inervaci říká, že pokud se zvýší impuls pro určitý zevní oční sval (agonistu), bude stejnou měrou tlumen jeho antagonistu.

Zákon Heringův říká, že do svalů spřažené dvojice pro určitý pohledový směr přichází z motorického centra stejný nervový impuls. Stejně tak přichází i stejný nervový impuls pro antagonisty svalů spřažené dvojice.

Protiběžné pohyby obou očí se nazývají **vergence** nebo též disjunktní pohyby a jsou vyvolávány změnou fixačního bodu v předozadní ose, tj. mezi dalekým a blízkým bodem. Slouží tedy pohledům v různých vzdálenostech. Při fixaci přibližujícího se předmětu se zorné osy sbíhají (konvergence), při fixaci vzdalujícího se předmětu se rozbíhají (divergence). Pokud se oči stáčí od sebe ve vertikále, mluví se o tzv. vertikální divergenci. Pokud se oči stáčí ve frontální rovině, mluví se buď o incyklovergenci, nebo excyklovergenci. Tyto stavy už ale patří do patologie binokulárního vidění. Vergenční pohyby jsou tonické, oproti verzím

pomalé pohyby, o rychlosti $8 - 25^\circ$ za sekundu a s trváním až 800 ms. Na rozdíl od sakád nemají vergence naprogramovaný charakter, takže se mohou změnit ještě v průběhu pohybu. Mezi nejdůležitější vergenční pohyby se řadí konvergence a motorická fúze. Jak bylo uvedeno výše, konvergence představuje stáčení obou očí k sobě tak, aby se jejich osy vidění střetly v bodu fixace. Tyto pohyby mohou být jak volní, tak reflexní, a jsou řízené kortikálními a subkortikálními asociačními centry. Maddox rozděluje dále reflexní konvergenci na tónickou, která je přítomná i bez podnětu, fúzní, vedenou disparitou retinálních obrazů, a akomodační, vedenou rozostřením retinálních obrazů. Hofstetter ještě uvádí proximální konvergenci, jež je podle něj vyvolána vědomím fyzické blízkosti sledovaného objektu. Jako motorickou fúzi označujeme pohybové přizpůsobení relativního postavení očí tak, aby se primární osy vidění protínaly ve fixačním bodě, a tím se splnila podmínka pro dosažení sensorické fúze. Motorická fúze ovšem není pohybem volním, nýbrž patří mezi optomotorické reflexy. To jak jsou tyto pohyby souměrné, je pro nás důležité především při diagnostice poruch motility a strabismu, při němž se fyziologické stočení mění v asymetrii (6; 8; 9; 4).



Obrázek 5: Binokulární pohyby (10)

4 STRABISMUS

Rovnovážné postavení očí a jejich dokonalá souhra jsou předpokladem binokulárního vidění. Jednoduché binokulární vidění je koordinovaná senzomotorická činnost obou očí, která zajišťuje vytvoření jednoduchého obrazu pozorovaného předmětu. Pokud dojde k porušení vzájemné spolupráce obou očí (svalové i senzorycké), nazýváme tento stav šilhání, strabismus. Původ slova strabismus se nachází v řeckém slově strabidzein – šilhati. V řečtině najdeme vysvětlení i dalšího názvu užívaného pro šilhání, a to heterotropie. Odvozuje se od slov heteros – jiný, a thropos – zahýbatí. Při fixaci pohledového cíle se osy vidění neprotínají. Jedná se tak o poruchu zrakové funkce, která bývá provázána asymetrickým postavením očí a mnohdy i sociálními důsledky. Téměř vždy je narušeno i jednoduché binokulární vidění (JBV). Stupeň úchylny se vyjadřuje úhlem, který spolu svírají osy pohledů obou očí. Strabismus a jeho různé formy patří mezi nejčastější poruchy oční motility (11).

Klasifikace strabismu není mezi autory jednotná z důvodu složitosti a četnosti možností členění. Nejčastěji se ale objevuje rozdělení na dvě velké skupiny: strabismus konkomitující a inkomitantní. Uvedeme si jedno z možných řazení strabismu (12)

1. Podle etiologie:
 - a. Konkomitující (souhybný) strabismus
 - b. Inkomitantní (paralytický) strabismus
2. Podle směru strabismu
 - a. Esotropie (strabismus convergens)
 - b. Exotropie (strabismus divergens)
 - c. Hypertropie a hypotropie (strabismus sursumvergens a deosumvergens)
3. Podle preference fixace
 - a. Monokulární (strabismus monocularis)
 - b. Alternantní (strabismus alternans)
4. Podle stability úhlu strabismu
 - a. Konstantní (manifestní, tropie) – šilhání zjevné, trvalé
 - b. Intermitentní – šilhání zjevné buď do dálky, nebo do blízka
 - c. Latentní (forie) – šilhání zjevné pouze při disociaci obrazů obou očí (zrušení fúze)

dostává do úchytky proti směru maximální akce ochrnutého svalu, ta se mění podle směru pohledu, ve směru akce postiženého svalu se zvětšuje, v opačném případě se zmenšuje, až zcela zmizí. Platí, že sekundární úchytky je větší než primární. Pacient s paralytickým strabismem obvykle drží hlavu v tzv. kompenzačním (nuceném) postavení hlavy, kterým se snaží vyrovnávat oslabenou funkci postiženého svalu, a také se jím často brání proti diplopii. Obličej je pak otočen na stranu maximální akce postiženého svalu, oči na stranu opačnou. Lze pozorovat i méně výrazné znaky, jako je rozšíření oční štěrbiny či jistý stupeň protruze při oslabení přímých svalů. Další příznaky se navíc přidávají k výše zmíněným především u získaných paralytických strabismů. Nejvíce obtěžujícím příznakem je diplopie, s kterou se jako první pacient mnohdy obrací na odborníka. Ta vyplývá z toho, že obraz pozorovaného objektu dopadá na disparátní místa obou sítnic, která mají rozdílnou prostorovou lokalizaci. U čerstvých paréz se objevuje i špatná lokalizace předmětů. Při vyšetření se projeví, pokud pacientovi je zakryto zdravé oko, a ten se ve snaze zamířit na požadovaný předmět „přehmátne“ ve směru maximální akce postiženého svalu. Časem dojde k vyrovnání se s falešnou lokalizací. Z diplopie a k tomu špatné lokalizaci předmětů v prostoru může pacient pociťovat závrať či nauzeu, na kterou se však děti adaptují poměrně rychle, dospělí pomalu.

Pokud dojde k oslabení funkce jednotlivého svalu či celé slupiny, nastává narušení rovnováhy i ostatních svalů a časem je změněna i jejich funkce, případně struktura. Nejčastěji se objevují tyto druhotné změny svalové funkce u paralytického strabismu:

- Hyperfunkce stejnostranného antagonisty, který nemá dostatečnou protiváhu v postiženém svalu, a proto je ve stavu stálé kontrakce a přetahuje oko do úchytky. Při stálém stahu svalu může dojít až k jeho spasmu, který může vést ke vzniku kontraktury. Při kontraktuře jsou svalová vlákna změněna ve vlákna fibrózní.
- Hyperfunkce druhostranného synergisty nastává za podmínky, že fixaci předmětu přebírá oko postižené, pak mohou nastat podobné změny jako při hyperfunkci stejnostranného antagonisty.
- Inhibiční paréza druhostranného antagonisty je způsobena oslabením jeho párového svalu (antagonista postiženého svalu), který potřebuje ke své kontrakci stále menší impulsy, a podle Heringova zákona jde pak stejný impuls i jeho spřaženému svalu (6; 11; 3; 2).

4.3 LATENTNÍ STRABISMUS

Latentní strabismus (heteroforie) je projevem dočasné poruchy svalové rovnováhy obou očí, která se projeví až po zrušení fúze. Binokulární fixace je pak i v primárním postavení udržována určitým úsilím pomocí fúzních reflexů. Vyvolávacím faktorem této svalové nerovnováhy může být stres, abúzus alkoholu, únava nebo různé emocionální podněty. Příčinou bývá vrozená nebo získaná slabost jednoho svalu, vada anatomického uspořádání svalů, poruchy akomodace a konvergence či poruchy inervace. Projevy heteroforie pociťuje jedinec jako bolesti hlavy, které mohou mít až migrenózní charakter, může mít zamlžené či dvojité vidění, světloplachost a při únavě i zjevnou úchylku (muskulární astenopie). Tyto potíže kolísají v závislosti na fyzickém a neurovegetativním stavu jedince. Zvětšují se při únavě, nemoci a zvýšené pracovní a psychické zátěži. Aby byl prokázán latentní strabismus, je potřeba zrušit fúzi obou očí. Toho dosáhneme například zakrytím jednoho oka, zamlžením vidění Maddoxovou destičkou, červenozelenými nebo polarizačními filtry. Uchyluje-li se oko vlivem disociace obrazů, pak lze hovořit o heteroforii. Fórie se rozdělují podobně jako tropie podle směru úchylky. Pokud se projeví stočením oka směrem vnitřním, jedná se o esoforii, pokud se projeví stočením oka zevně, jedná se o exofozii. Výšková úchylka se dělí na hyperfozii nebo hypoforii, podle stočení oka vzhůru, nebo dolů. Stáčí – li se oči po zrušení fúze kolem vlastní osy směrem nasálním či temporálním, mluví se o incyklofozii nebo excyklofozii. Určitý stupeň úchylky se objevuje u většiny jedinců, a tak je latentní strabismus poměrně běžným nálezem. Ortofozii, tedy přímé postavení očí i po zrušení fúze, najdeme asi jen u 20 – 30% populace. K léčbě se pak zpravidla přistupuje pouze pokud heteroforie působí astenopické potíže (6; 11; 14; 3; 15).

4.4 SEKUNDÁRNÍ STRABISMUS

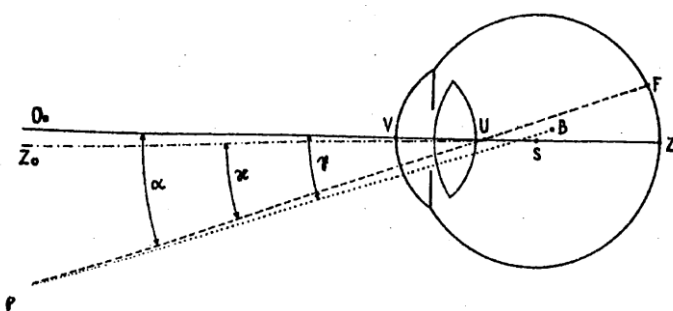
Strabismus konkomitující i inkomitantní se řadí mezi primární strabismy, tzn., že strabismus je primárním onemocněním postihujícím oko. Dojde-li ke strabismu na základě jiného onemocnění, jedná se o sekundární strabismus. Takovým onemocněním, které vede druhotně ke strabismu, může být jakékoliv onemocnění vedoucí k zhoršení vidění a poruše JBV. V dětství to bývají nejčastěji následky retinopatie nedonošených nebo vrozené katarakty. V dospělosti to mohou být změny degenerativní, metabolické nebo cévní (11).

5 VYŠETŘENÍ POSTAVENÍ OČÍ

Poruchy oční motility doprovází často i změněné postavení očí. Proto je dobré i toto prověřit. Jedná se většinou o vyšetření nenáročná, např. zakrývací zkouška je běžné oftalmologické vyšetření, jež nám může mnohé prozradit nebo nás nasměrovat dalším směrem. Posuzovat ale postavení očí ve vztahu k okolí očí, např. k víčkům, může být zavádějící. Rohovkový reflex od fixačního světla nabízí objektivní a nezávislou míru symetrie postavení očí (8).

5.1 ÚHEL GAMA

Úhel gama určitým způsobem ovlivňuje postavení očí. Pohledová a optická osa nejsou totiž ve svém průběhu shodné (obr. 6). Optická osa spojuje zadní pól oka a střed rohovky, kdežto pohledová osa je spojnicí mezi foveou a fixačním bodem. Vzhledem k tomu, že fovea neleží v zadním pólu oka, ale mírně temporálně a níže, osy se neprotínají a svírají spolu úhel gama. Rohovkový reflex potom neleží ve středu zornice, ale lehce nasálně a nahoře. Úhel gama je kladný, prochází-li rohovkou nasálně, záporný pak, pokud jí prochází temporálně od optické osy. Za normální se považuje kladný úhel gama velikosti 3 – 5°, není ale pravidlem, že je úhel na obou očích shodný. Při velikosti kladného úhlu více jak 5° na obou očích, působí oči dojemem divergentního šilhání, při oboustranném záporném úhlu větším 5°, působí oči dojemem konvergentního šilhání.



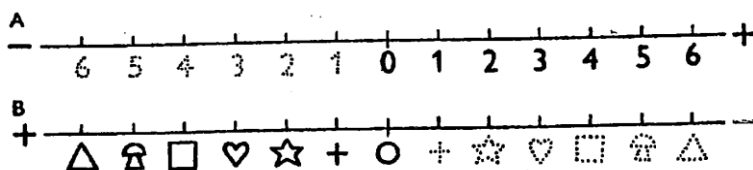
Obrázek 6: Úhel gama: V - vrchol rohovky, U - uzlový bod, S - střed bulbu, B - bod otáčení oka, Z - zadní pól oka, F - fovea, P - fixovaný předmět, Oo - optická osa, Zo - osa zornice, PB - pohledová osa. Úhel gama spolu svírá optická a pohledová osa (11)

Určit úhel gama lze několika způsoby, vždy ale vyšetřujeme každé oko zvlášť při zakrytí oka nevyšetřovaného.

- Vyšetření na perimetru** – vyšetřované oko fixuje středovou značku perimetru a vyšetřující pohybuje světelnou značkou po oblouku perimetru v horizontále tak, aby

umístil rohovkový reflex do středu zornice vyšetřovaného. Číslo na oblouku perimetru, u něhož se světelná značka zastavila, udává velikost úhlu gama.

- b) **Vyšetření na troposkopu** – pro vyšetření úhlu gama na troposkopu existuje speciální řada číslic či drobných obrázků (obr. 7), u nichž pohled na další obrázek z řady posouvá rohovkový reflex o 1° . Vyšetřovaný sleduje střední obrázek z řady a vyšetřující svítí měřícím světlem přímo vpřed a zároveň sleduje rohovkový reflex vyšetřovaného oka. Pokud rohovkový reflex neleží ve středu zornice, vyzve vyšetřující vyšetřovaného, aby se díval na další obrázky v řadě postupně do té doby, než se rohovkový reflex objeví ve středu zornice. Podle toho, na který obrázek se v té chvíli vyšetřovaný dívá, určí vyšetřující velikost úhlu gama ve stupních.
- c) **Vyšetření na Maddoxově kříži** probíhá z 1m při fixaci středového světla vyšetřovaným okem a zakrytí oka druhého. Vyšetřující sedí zády ke kříži a posouvuje prst po malé stupnici kříže do té doby, než se rohovkový reflex objeví ve středu zornice. Číslo na stupnici, u něhož se zastavil prst vyšetřujícího, udává velikost úhlu gama ve stupních. (11; 8; 6)



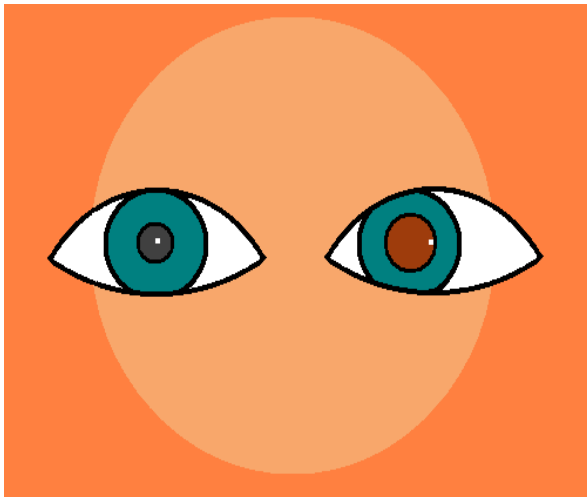
Obrázek 7: Stupnice do troposkopu pro měření úhlu gama; pohled ze strany vyšetřovaného. (11)

5.2 BRÜCKNERŮV PROSVĚCOVACÍ TEST

Tento test (obr. 8) slouží k určení postavení očí u malých dětí do dvou let. Vyšetření se provádí z 1m v tmavé místnosti při osvětlení obou očí dítěte maximální intenzitou kruhového světla z oftalmoskopu. Vyšetření má dvě fáze: simultánní a sukcesivní.

- a) **Simultánní fáze** probíhá při osvětlení obou očí současně. Vyšetřující sleduje rohovkový reflex a jeho polohu vůči zornici, velikost a barvu zornice. Dopadne-li intenzivní světlo na makulu, zornice se zúží a zešedne. Pokud jsou obě zornice tmavé, zúžené a reflexy symetrické, nejedná se o šilhání. Při odchýlení oka z primárního postavení má zornice světlejší, narůžovělou barvu a mírně se rozšíří. Reflex není uložený ve středu zornice.

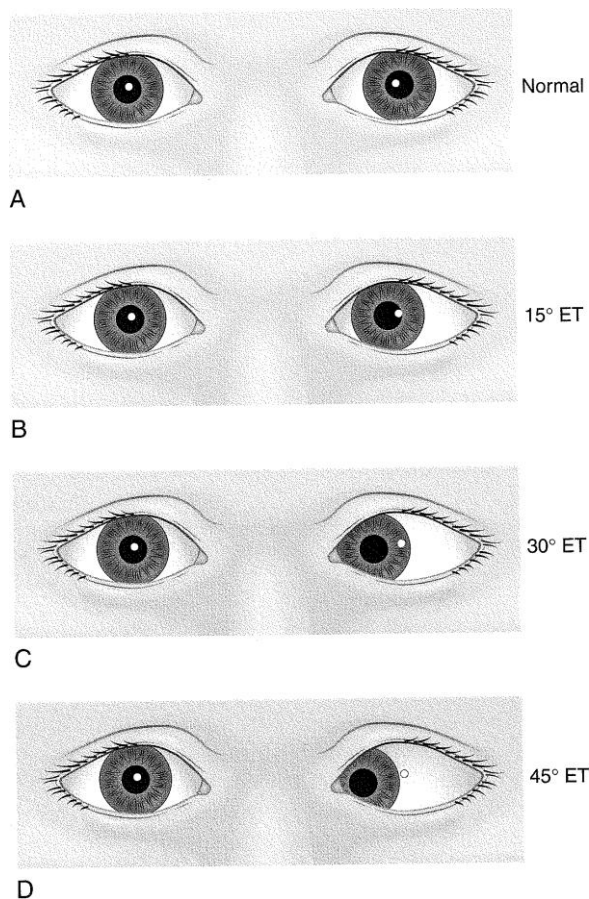
b) **Při sukcesivní fázi** se osvětluje každé oko zvlášť a navíc se sleduje i vyrovnávací pohyb očí. Mají-li obě oči po střídavém osvětlení zúženou, tmavou zornici se správně uloženým reflexem a je-li zřejmý vyrovnávací pohyb, jedná se pravděpodobně o alternující šilhání. Reaguje-li jedna zornice normálně a druhá je po osvětlení širší, světlejší a vyrovnávací pohyb je pomalejší, jedná se pravděpodobně o jednostranné šilhání s amblyopií. (8) (6) (11)



Obrázek 8: Brückerův prosvěcovací test (8)

5.3 HIRSCHBERGOVA METODA PODLE POLOHY ROHOVKOVÝCH REFLEXŮ

Tato metoda je vhodná i pro nejmenší děti, pokud je u nich přítomna centrální fixace a dobře spolupracují. Vyšetření se provádí v tmavé místnosti asi z 33 cm. Vyšetřovaný sleduje světlo, kterým vyšetřující osvítili obě oči najednou. Vyšetřující by měl pozorovat reflexy na zornici vyšetřovaného (obr. 9) pokud možno přímo zpoza světelného zdroje, aby byla vyloučena chyba z paralaxy. Pokud se rohovkový reflex posune o 1 mm, odhaduje se úchylka oka na 7 – 8°. Při esotropii se rohovkový reflex posunuje temporálně, u exotropie nasálně vzhledem k dobře fixujícímu oku. Je-li reflex na okraji zornice, je velikost úchylky přibližně 12 – 15°. Pokud se nachází reflex přibližně ve střední vzdálenosti mezi okrajem zornice a limbem, je velikost úchylky asi 25°. Dopadne-li reflex na limbus, je velikost objektivní úchylky 45°. Vyšetření je možné provést i z 5 m, ale vyšetřovaný musí sedět o něco výše než vyšetřující, aby mohl sledovat fixační značku nad hlavou vyšetřujícího, který stále osvětluje obě oči. (6) (11)



Obrázek 9: Hirschberova metoda podle polohy rohovkových reflexů: A - normální poloha rohovkových reflexů, B - 15° esotropie, C - 30° esotropie, D - 45° esotropie. (5)

5.4 ZAKRÝVACÍ ZKOUŠKA

Zakrývací zkouška (ZZ) je velice rychlé a jednoduché vyšetření, ke kterému může posloužit pouze ruka. Slouží k posouzení vzájemného postavení očí (rovnováhy oko-hybných svalů) a binokulární fixace, odlišuje forie (oči jsou v přímém postavení při fixaci cíle, ale při únavě nebo při nepřítomnosti fixace se oko uchyluje) od tropie. U tropií dovede tento test rozlišit, zda se jedná o strabismus alternující či jednostranný, přibližně určit amblyopii a amblyopii s excentrickou fixací (EF), a odlišit pseudostrabismus od strabismu. Vyšetření se provádí při fixaci malého poutavého předmětu z 1m nebo vzdáleného fixačního cíle z 5 m. K zakrývání očí se užívá buď neprůhledná destička, nebo postačí ruka vyšetřujícího. Pro provedení vyšetření je potřeba splnění několika požadavků na vyšetřovaného: neomezená motilita očí, odpovídající vize k rozeznání fixačního cíle, foveolární fixace obou očí a samozřejmě jeho spolupráce.

Při ortoforii nedochází po zakrytí oka, a tím zrušení fúze, k vyrovnávacímu pohybu. U heteroforie jsou oči udržovány v přímém postavení během binokulárního vidění díky fúzi. Po zakrytí jednoho oka a zrušení fúze se oko odchýlí a po jeho odkrytí se vyrovnávacím fúzním pohybem vrací zpět do přímého postavení. Fúzním pohybem se nazývá pomalý pohyb, potřebný k obnovení fúze. Naopak u heterotropie je úchylka stále zjevná. Zakryté oko zůstane v úchylce i po jeho odkrytí nebo provede rychlý vyrovnávací pohyb při zakrytí vedoucího oka. Pohyb je zřetelný a projeví se vždy v opačném směru úchylky. Zakrývací zkouška má dvě fáze:

a) Střídavá (alternující) zakrývací zkouška („alternate cover test“)

Zakrýváme střídavě obě oči, aniž bychom mezi tím nechali sebemenší pauzu, a sledujeme vyrovnávací pohyb právě odkrytého oka, které je nucené převzít fixaci. Přebírají-li obě oči při střídavém zakrývání fixaci rychle a dobře, předpokládá se dobré vidění na obou očích, zvláště při symetrii rohovkových reflexů. Fixuje-li jedno oko dobře a druhé přebírá fixaci poněkud váhavě a fixuje špatně, usuzuje se na amblyopii s excentrickou fixací.

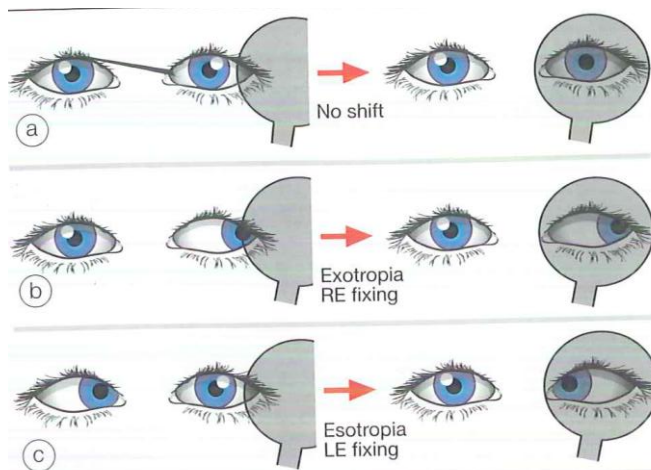
b) Intermitentní nebo zakrývací – odkrývací zkouška („cover – uncover test „)

Pomalé zakrytí a odkrytí jednoho oka, pomalé zakrytí a odkrytí druhého oka. Pozorujeme pohyby nezakrytého oka a pohyby oka zakrytého v okamžiku jeho odkrytí. Zároveň si všímáme rohovkových reflexů (obr. 10 a 11).

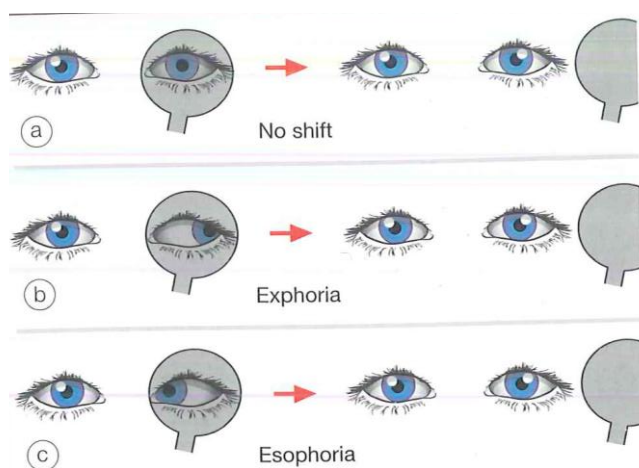
Test nám pomůže zjistit následující:

- Pohyb vedoucí ke změně fixace nezakrytého oka ukazuje na přítomnost tropie.
- Zakryjeme-li oko s excentrickým rohovkovým reflexem, druhé fixující oko nedělá žádný vyrovnávací pohyb ani po opětovném odkrytí. Zakryjeme-li poté dosud fixující oko, převezme fixaci oko s excentrickým reflexem, objeví se vyrovnávací pohyb a reflex se posune do středu zornice. Po odkrytí zakrytého oka si toto oko ponechává fixaci, zatímco oko, které předtím fixovalo, zůstává v úchylce. Tehdy usuzujeme na alternující strabismus.
- Při zakrytí a odkrytí uchýleného oka stále fixuje oko vedoucí. Zakryjeme-li však vedoucí oko, můžeme pozorovat vyrovnávací pohyb druhého oka, které na chvíli přebírá fixaci, a v té chvíli se jeho rohovkový reflex nachází téměř centrálně. Po odkrytí vedoucího oka se ale opět uchyluje a fixuje oko vedoucí. Jedná se o jednostranný strabismus s možnou amblyopií.

- Při zakrytí vedoucího oka pozorujeme nejistý vyrovnávací pohyb druhého oka, také centrální poloha rohovkového reflexu je pochybná. Po odkrytí přebírá fixaci vedoucí oko. Jde o jednostranný strabismus s amblyopií a možnou excentrickou fixací.
- Pokud zakryjeme vedoucí oko, nepozorujeme žádný vyrovnávací pohyb a rohovkový reflex je zřetelně excentrický, při odkrytí okamžitě přebírá fixaci oko vedoucí, jedná se o jednostranný strabismus s amblyopií a EF.
- Dojde-li ke změně fixace odkrývaného oka, zatímco si druhé zachovává svou pozici a fixaci, svědčí to o forii.
- Při pozorování fixačních pohybů v horizontální rovině je třeba si všimnout, zda zároveň nedochází k fixačním pohybům i ve vertikální rovině. Při zakrytí se oko uchyluje nahoru a při jeho odkrytí se pomalu vrací zpět, při nezměněné fixaci. Usuzujeme na alternující hyperforii.



Obrázek 10: Zakrývací test k určení heterotropie: A – žádný pohyb značí ortoforii nebo heterotropii vlevo – B, addukce pravého oka se zpětnou fixací značí exotropii, abdukce značí esotropii - C (10)



Obrázek 11: Odkrývací test k detekci heteroforii: Žádný pohyb značí ortoforii – A, addukce značí exoforii – B, abdukce značí esoforii - C (10)

Při testu mohou nastat situace, které stíží jeho posouzení:

- Pozorujeme centrální fixaci obou očí, dítě spolupracuje a je pozorné, ale chybí fixační pohyb, přestože se zdá, že dítě šilhá. Pak jde pouze o zdánlivé šilhání, tzv. pseudostrabismus.
- Nepřítomnost fixačních pohybů. Fixační pohyby nejsou přítomny, pokud při excentrické fixaci je velikost objektivního úhlu šilhání stejně velká jako vzdálenost místa excentrické fixace od makuly.
- Při provedení jednostranné a střídavé ZZ pozorujeme velký rozdíl ve velikosti fixačních pohybů. Pokud v tomto případě zkusíme objektivní úchylku vyrovnat prizmaty, objeví se diplopie. Pravděpodobně se jedná o anomální retinální korespondenci (ARK).
- Nepozorujeme fixační pohyby, ale pomalé pátrací pohyby oka, jedná se o rozsáhlý útlumový skotom.
- Při nystagmu mohou být vyrovnávací pohyby jak zastřeny, tak imitovány.
- Při vyšetření mohou uniknout malé úhly šilhání $1 - 2^\circ$.
- Pokud má pacient mikrostrabismus s excentrickou fixací a amblyopické oko nevykonává viditelný pohyb, nelze posouzení vyšetření považovat za spolehlivé.

- Malé dítě se často brání zakrytí fixujícího, vedoucího oka. Pak můžeme vyzkoušet test fixační preference. Zakryjeme-li vedoucí oko, postižené oko přebírá fixaci. Při jeho odkrytí ovšem vedoucí oko ihned přebírá fixaci. V motilitě postiženého oka dochází ke zpoždění v pohybu. Bulbus se pohne ve stejném pohybu, vyrovnávací pohyb je větší než primární úchylka nebo je ve vertikále opačného směru. Tato sekundární úchylka je znakem zvýšené inervace druhostranného synergisty u inkomitantního strabismu.

Podle Cüpperse by se měl zakrývací test provádět ve všech pohledových směrech, nejlépe s hlavou nakloněnou do příslušného směru pohledu. Při hypofunkci svalu by pak měly být fixační pohyby největší ve směru funkce paretického svalu (6; 16; 11; 14; 8; 4).

6 VYŠETŘOVACÍ POSTUPY, METODY A VYHODNOCENÍ ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ OČNÍ MOTILITY

Pohyby očí, které můžeme vyšetřovat, mohou být dukční, verzní nebo vergenční. Vyšetřujeme tedy pohyby každého oka zvlášť nebo párové pohyby očí. Pohyblivost očí nejčastěji zkusíme sledováním drobného předmětu ve všech devíti pohledových směrech: přímo vpřed, doprava a doleva, přímo nahoru, nahoru doprava a doleva, přímo dolů, dolů vpravo, vlevo. Přibližováním a oddalováním předmětu vyzkoušíme pohyby vergenční.

Nejsou-li pohyby obou očí ve všech směrech volné, dostatečné a symetrické, usuzujeme podle směru, ve kterém nalezneme omezení pohybu, na poruchu příslušného svalu. Toto je nutné ověřit ještě při vyšetření dukce, protože při binokulárním vyšetření se může jednat o poruchu souhry okohybných svalů, nikoli o omezení hybnosti (konkomitující strabismus).

Normální hodnoty hybnosti bulbů jsou v abdukci a addukci 50° , v depresi 60° a v elevaci 40° . Hoyte upozorňuje na sníženou schopnost elevace u starších pacientů. Ta může klesnout až na 16° . Toto je třeba mít na paměti (17).

Máme-li podezření na oslabení některého okohybného svalu, provedeme nejprve důkladnou aspekci pacienta. Věnujeme pozornost habituálnímu držení hlavy, vzhledu všech částí obličeje, velikosti i tvaru očních štěrbin a v neposlední řadě i poloze a postavení očí. Je potřeba ale rozlišit od sebe pojmy postavení a polohy očí. Postavením očí rozumíme vzájemný poměr očních os, zatímco polohou jejich hloubkové uložení v očnici. Teprve potom se soustředíme na další vyšetření pohyblivosti bulbů. Při vyšetření oční motility samozřejmě testujeme všechny kvality pohybů. Zjišťujeme, zdali jsou zachovány volní a bezděčné pohyby, jestli je pacient schopný sledovat pohybující se předmět a také zda se dovede podívat směrem, kterým mu určíme (pohled určeným směrem). Zaměříme se nejen na krátkodobé maximální exkurze oka, ale i na možnou přítomnost nystagmu v maximálních pohledových směrech (pohledový nystagmus). Toto lze kontrolovat buď pouze pohledem, nebo můžeme změřit i rozpětí těchto pohybů, tj. zmapovat rozlohu zorného pole (7; 18).

Při podezření na okulomotorickou poruchu provedeme detailní vyšetření hybnosti očí:

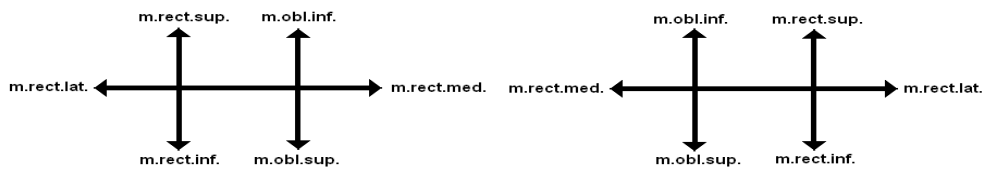
1. Vyšetříme oční motilitu ve všech pohledových směrech:
 - a) Při fixaci předmětu,
 - b) Při pohledu určitým směrem bez fixace.
2. Sledujeme pohyb očí při otočení hlavy bez fixace nebo při současně fixaci nějakého předmětu.
3. Vyšetříme optokinetický nystagmus.
4. Provedeme vestibulární vyšetření.
5. Registrujeme oční pohyby při zavření očí, v anestezii či po podání léků (19).

6.1 ORIENTAČNÍ VYŠETŘENÍ MOTILITY – TEST DUKCE A VERZE

Je základním vyšetřením motility. Vyšetřením dukce zjišťujeme hybnost jednoho oka. Vyšetřujeme ze vzdálenosti 0,5 m ve všech devíti pohledových směrech při zakrytí oka nevyšetřovaného, nezakryté oko sleduje fixační objekt, kterým může být například poutavá figurka na tužce. U čerstvé obrny může být dostatečným vyšetřením parietického svalu.

Test verze je vyšetření konjugovaných pohybů obou očí, prováděné při fixaci objektu na 0,5 m ve všech pohledových směrech. Vyšetřující sedí naproti dítěti, levou rukou jemně fixuje jeho hlavu a pravou rukou pohybuje fixačním cílem do pohledových směrů. Vyšetření verze je pro zjištění poruchy průkaznější, protože lze srovnat pohyblivost obou očí navzájem. Nepatrný stupeň rozdílu pohyblivosti obou očí může být zjištěn podle asymetrie rohovkových reflexů, užijeme-li za fixační cíl světelný zdroj. Všimáme si, zda se v extrémních polohách neobjevuje nystagmus nebo zda nejde o parézu či insuficienci některého svalu. Výsledky vyšetření zaznamenáváme do jednoduchého schématu (obr. 12). Při hyperfunkci svalu příslušnou šipku prodloužíme, při omezení hybnosti naopak zkrátíme.

„Zjišťujeme také, zda v určitém pohledovém směru nenastane zúžení oční štěrbiny či retrakce bulbu. Např. u Stillingova – Türkova – Duanova syndromu dochází při addukci současnou inervací zevního a vnitřního svalu ke vtažení očního bulbu do orbity a zúžení oční štěrbiny. Brownův syndrom, u kterého se jedná o vrozenou ztrátu elasticity pochvy horního šikmého svalu, případně o srůsty s trochleou, může omezením hybnosti nahoru a dovnitř působit jako paréza dolního šikmého svalu. Je také nutné si všimnout A a V syndromů“ (6).



Obrázek 12: Jednoduché schéma pro záznam motility jednotlivých oko-hybných svalů. Při hyperfunkci určitého svalu příslušnou šipku prodloužíme, u hypofunkce naopak zkrátíme. (11)

6.2 KVANTITATIVNÍ VYŠETŘENÍ MOTILITY

Oko v abdukci má svým temporálním okrajem rohovky za fyziologické hybnosti dosáhnout temporálního koutku oka. Naopak při addukci má rohovka svým nasálním okrajem dosáhnout myšlené čáry mezi oběma slznými body. Nachází-li se nasální okraj rohovky až za vnitřním koutkem, jedná se o nadměrnou addukci – excés addukce. (6)

6.2.1 VYŠETŘENÍ MOTILITY NA PERIMETRU

a) Test dukce

- Objektivní – vyšetřovaný má opřenou bradu a čelo v opěrci perimetru a sleduje světelný bod, který se pohybuje po oblouku perimetru od středu do periferie ve všech pohledových směrech. Omezení pohybu se objeví excentricitou rohovkového reflexu
- Subjektivní – vyšetřovaný sleduje namísto světelného bodu drobný tisk. Omezení hybnosti se projeví neschopností číst.

b) Test verze

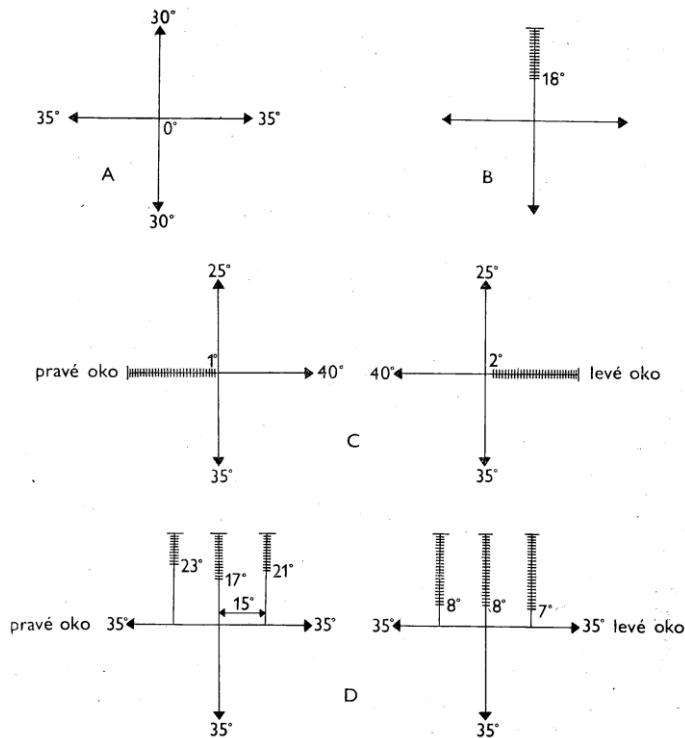
Objektivní vyšetření verze je těžké, je možné se spoléhat pouze na subjektivní výsledky na perimetru. Vyšetřovaný sleduje opět světelný bod na perimetru, pohybující se po oblouku perimetru stejně od jeho středu po periferii s tím rozdílem, že se dívá přes červeno-zelené brýle. Omezení hybnosti jednoho oka se projeví rozdělením světla na červené a zelené (6; 11).

6.2.2 VYŠETŘENÍ MOTILITY NA TROPOSKOPU – TEST ROPER – HALLOVÉ

Tento test je rychlý, snadno opakovatelný, lze jím určit progresi nebo zlepšení omezení hybnosti, zvláště u paralýz s větším omezením pohybu.

Vyšetřovaný sedí za troposkopem s opřenou bradou a čelem v opěrce. Vyšetřuje se každé oko zvlášť se zakrytým okem nevyšetřovaným. Před vyšetřované oko vložíme do troposkopu obrázek, který sleduje od nulového postavení na obě strany nejprve v horizontále, poté ve vertikále. Vyšetřující sleduje rohovkové reflexy vyšetřovaného. Moment, kdy již vyšetřovaný neudrží fixaci, určíme objektivně excentricitou rohovkových reflexů a zároveň vyšetřovaný subjektivně udá, že se mu obrázek ztratil. Stejně provedeme vyšetření i na druhém oku. Výsledek odečteme na stupnici troposkopu a zaznamenáme do jednoduchého kříže (obr. 13).

Na troposkopu je normální rozsah pohybu nahoru a dolů 30° , doprava a doleva 35° . Je-li omezení větší ve vertikále v abdukci nebo addukci, může být měřeno od $15 - 20^\circ$ od nulového postavení směrem nahoru a dolů (6; 11)

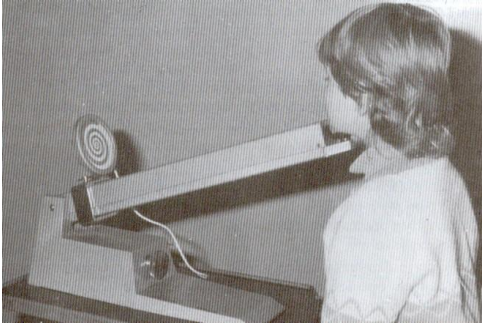


Obrázek 13: Měření dukce na troposkopu: A - normální záznam, B - omezení pohybu nahoru, C - oboustranná obrna n. VI. - pravým okem nemůže nemocný abdukovat více než 1° , levým 2° ; D - výrazné oboustranné omezení pohybu nahoru, způsobené kontrakturou m. r. inf. u thyrooidní myopatie (6)

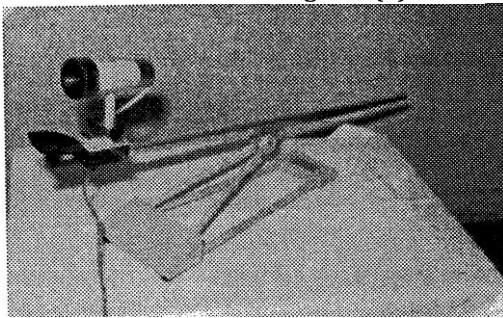
6.3 VYŠETŘENÍ KONVERGENCE

- a) **Orientačně** lze konvergenci vyšetřit tak, že přibližujeme k očím vyšetřovaného malý fixační cíl až do jeho rozdvojení. Všimáme si, zda je konvergence plynulá a souměrná.

b) **Pomocí konvergomtru** (obr. 14) jsme schopni změřit blízký bod konvergence, tj. bod rozdvojení v cm. Po tyči dělené v cm přiblížíme k očím vyšetřovaného světelný jezdec s černou tečkou do té doby, než se tečka rozdvojí. V té chvíli odečteme na tyči blízký bod konvergence. Konvergometr (obr. 15) funguje též jako trenažér konvergence. (11; 8)



Obrázek 14: Měření konvergence (8)



Obrázek 15: Konvergometr (11)

6.4 VYŠETŘENÍ ÚCHYLKY

6.4.1 MĚŘENÍ PODLE ROHOVKOVÝCH REFLEXŮ DLE HIRSCHBERGA

(viz. Vyšetření postavení očí)

6.4.2 VYŠETŘENÍ NA MADDOXOVĚ KŘÍŽI

(viz. Vyšetření při diplopii)

6.4.3 VYŠETŘENÍ NA PERIMETRU

Vyšetřovaný sleduje nešilhajícím okem středovou značku perimetru. Vyšetřující pak pohybuje světelnou značkou v horizontále po oblouku perimetru do té doby, než je reflex světelné značky ve středu zornice uchýleného oka. Následně odečte velikost úchylny ve

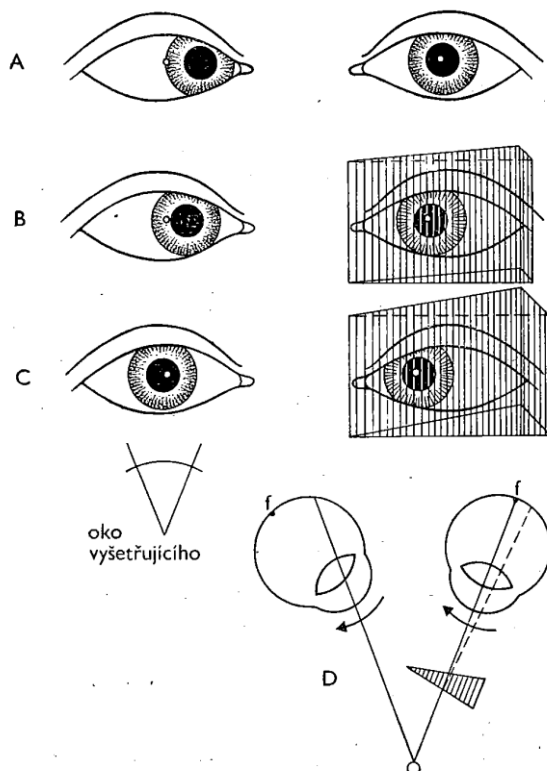
stupních na oblouku perimetru. Vyšetření je přesné pouze u úchylek nad 25°. Do 25° je přesnější například vyšetření pomocí zakrývací zkoušky s hranoly. (11)

6.4.4 ALTERNUJÍCÍ ZAKRÝVACÍ TEST S HRANOLY

Vyšetření se provádí do dálky i na blízko, s korekcí i bez korekce. K vyšetření je potřeba malý fixační předmět nebo fixační světlo, sada prizmat nebo prizmatická lišta a zakrývací destička. Vyšetřovaný sleduje fixační cíl, vyšetřující při střídavém zakrývání obou očí klade před jeho jedno oko prizmata stoupající síly vždy bází proti úchylce tak dlouho, dokud nevyimízi zpětný pohyb očí. Střídavým zakrýváním obou očí docílíme totální zrušení fúze, které nám umožní změřit plnou úchylku. Prizma, které zneutralizuje zpětný refixační pohyb oka, udává velikost úchylky v prizmatických dioptriích, což odpovídá zhruba dvojnásobku velikosti úchylky ve stupních. (8; 11)

6.4.5 KRIMSKÉHO TEST

Krimského test (obr. 16) představuje vyšetření úchylky u strabismu s amblyopií a excentrickou fixací (EF) pomocí prizmat. Vyšetření lze provést do dálky nebo do blízka. Vyšetřovaný fixuje světlo a vyšetřující klade před fixující oko vyšetřovaného prizmata stoupající síly bází proti úchylce. Klínem způsobíme fixační pohyb vedoucího oka, čímž se druhé oko vyrovnává. Prizmata zesilujeme tak dlouho, dokud se nedostane reflex do středu rohovky jinak uchýleného oka. Síla prizmatu, které máme v té chvíli v ruce, odpovídá velikosti objektivní úchylky v prizmatických dioptriích. Při kombinaci horizontální a vertikální úchylky se vyrovnává nejprve úchylka horizontální, pak vertikální. Metoda je přesná do 50 pD. Výhodou tohoto vyšetření je, že není zapotřebí fixace amblyopického oka, a lze tak vyhodnotit úchylku i u pacientů s excentrickou fixací. Též lze test využít i u předškolních dětí. Podmínkou je však získat pozornost pacienta, a abychom se při vyšetření vyhnuli paralaktické chybě, je potřeba, aby hlava vyšetřujícího byla ve stejné úrovni jako hlava vyšetřovaného (6; 8; 11).



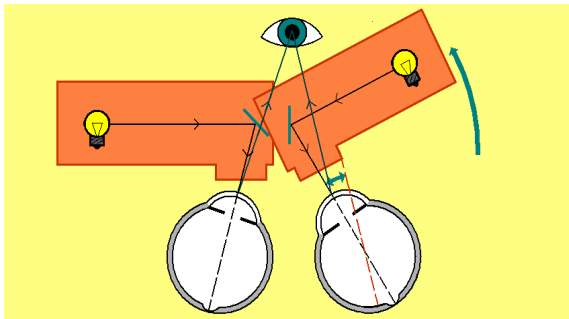
Obrázek 16: Krimského test u esotropie OD: A - excentrické uložení rohovkového reflexu na šilhajícím oku, B - před vedoucí oko předkládáme hranoly stoupající síly. Pravé oko se pohne temporálně a rohovkový reflex se posune nasálně. C - rohovkový reflex šilhajícího oka s EF ve fyziologické poloze. D - optický základ testu (6)

6.4.6 VYŠETŘENÍ NA TROPOSKOPU

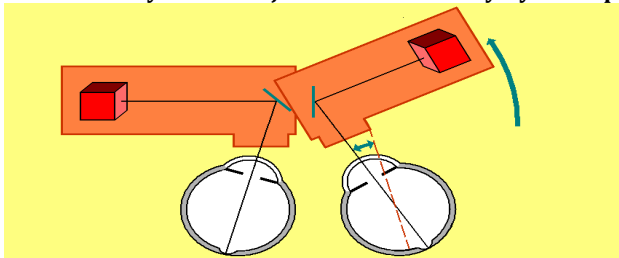
Vyšetření na troposkopu je založeno na haploskopickém principu, kdy každému oku předkládáme jiný obrázek ze směru, který měříme na stupnici (Dostálek). (8) V okulárech troposkopu jsou čočky + 7,0 D, které umožní uvolnění akomodace při vyšetření. Měříme tak úchylku do dálky. Vyšetřovaný si opře bradu a čelo do opěrky a vyšetřující před samotným vyšetřením nastaví pupilární distanci vyšetřovaného a všechny stupnice na 0°. Následně do tubusů troposkopu zasune obrázky pro superpozici makulární velikosti a sleduje zornicové reflexy. Při střídavém rozsvěcování světla tubusů pak posouvá jedno nebo obě ramena troposkopu do té doby, než vymizí vyrovnávací pohyb očí a zornicové reflexy jsou symetrické. Pokud je úchylka malá, postačí pohnout pouze jedním ramenem, při větší úchylce je zapotřebí posunout obě ramena a výsledky na stupnici sečíst. Je-li kombinace horizontální a vertikální úchylky, opět platí, že nejprve vyrovnáváme úchylku horizontální, a poté úchylku vertikální. Po odečtení hodnoty na horizontální i vertikální stupnici získáme velikost objektivní úchylky vyšetřovaného (obr 17). Subjektivní úchylku nám udá vyšetřovaný překrytím superpozičních obrázků (dá vojáka do boudy) (obr. 18) tak, že sám pohne rameny

troposkopu. U paralytického strabismu vyšetřujeme úchylku při fixaci zdravým okem (primární úchylka) i při fixaci okem paretickým (sekundární úchylka).

Troposkop je ve strabologii velmi využívaným přístrojem. Kromě zjištění úchylky šilhání můžeme na troposkopu vyšetřit všechny stupně jednoduchého binokulárního vidění (JBV) – superpozici, schopnost překrytí dvou různých obrázků, fúzi, schopnost spojit stejné obrázky pravého a levého oka v jeden smyslový vjem (fúze paramakulární, makulární, foveolární), a stereopsi, schopnost vytvořit hloubkový vjem spojením obrazů z lehce disparátních bodů sítnice, která představuje nejvyšší stupeň binokulárního vidění. Dále se troposkop využívá při ortoptickém cvičení – odtlumování, cvičení fúze a její šířky, nácvik stereopse. (11)



Obrázek 17: Vyšetření objektivního úhlu úchylky na troposkopu (8)



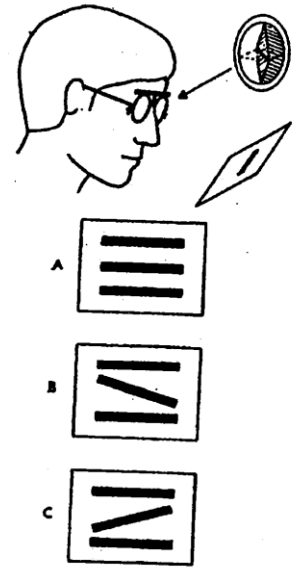
Obrázek 18: Určení subjektivního úhlu úchylky na troposkopu (8)

6.4.7 VYŠETŘENÍ CYKLODEVIACÍ POMOCÍ MADDOXOVA DVOJITÉHO PRIZMATU

Maddoxovo dvojité prizma (obr. 19) je tvořeno dvěma klíny o síle 4 pD, které jsou spojeny bázemi a jejichž vrcholy směřují nahoru a dolů. Vyšetřovaný má nasazenou zkušební obrubu, do které jsme vložili před nevyšetřované oko Maddoxovo dvojité prizma, a dívá se na bílý papír, na němž je nakreslená horizontální čára. Horizontální čára se jeví vyšetřovanému

zdvojená, tedy vidí dohromady tři čáry. Dvě rovnoběžné (referenční) čáry vidí přes dvojité prizma a prostřední čáru vidí okem vyšetřovaným.

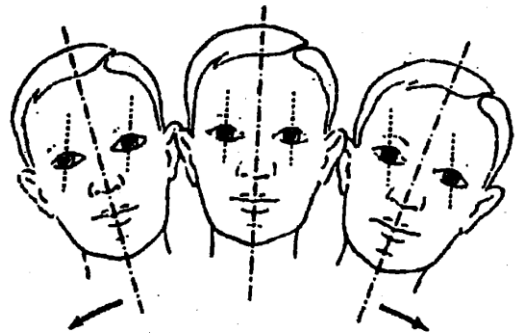
Jsou-li všechny čáry vnímány vyšetřovaným vodorovně, není cyklotropie. Podle toho, jak vidí vyšetřovaný stočenou střední čáru, která je vždy stočena proti směru úchyvky, usuzujeme na formu cyklotropie. Je-li teda střední čára stočena zevně, je incyklotropie vyšetřovaného oka. Naopak, je-li střední čára stočena dovnitř, je excyklotropie vyšetřovaného oka. Nevýhodou vyšetření je, že nerozliší fórii od tropie a není vhodné pro malé děti (6; 11; 8)



Obrázek 19: Vyšetření cyklodeviace pomocí Maddoxova dvojitého prizmatu: A - normální výsledek testu, B - incyklotropie vyšetřovaného oka, C - excyklotropie vyšetřovaného oka (11)

6.5 VYŠETŘENÍ MOTILITY NA ZÁKLADĚ „FENOMÉNU HLAVY LOUTKY“

Vyšetření lze využít u malých dětí nebo u nespolupracujících pacientů. Jedná se o náhlé, neočekávané pasivní otočení hlavy, jímž vyvoláme vestibulookulární reflex a objeví se „fenomén hlavy loutky“ (obr. 20) - při otočení hlavy určitým směrem nastane pohyb bulbů na opačnou stranu. Vyšetřující otáčí hlavu pacienta jemnými, avšak rychlými pohyby proti směru maximální akce vyšetřovaného svalu. Oči vyšetřovaného se pak stočí ve směru akce vyšetřovaného svalu.



Obrázek 20: Fenomén hlavy loutky: sklon hlavy doleva a doprava při vyšetřování vertikálních svalů, oči se otočí na opačnou stranu (11)

Při vyšetřování horizontálních svalů postačí jednoduché otočení hlavy, u vertikálních svalů je potřeba zároveň hlavu vyšetřovaného pasivně sklonit nebo zaklonit. Vyšetřením můžeme prokázat dobrou abdukci u jinak nespolupracujícího dítěte. Často se však dobrá abdukce prokáže až po jednostranné či střídavé několikadenní okluzi. Normální hybnost při testu vyloučí periferní neurogení parézu. Zjistíme-li retrakci bulbů, doprovázenou omezením

hybnosti ve vyšetřovaném směru, příčinou může být mechanická překážka. Horizontální restrikce může vést k zúžení oční štěrbin, vertikální naopak způsobí „odstávání“ dolního víčka. Retrakce bulbu je nejlépe pozorovatelná ze strany. Je vhodné vyšetření několikrát opakovat (6; 11; 17).

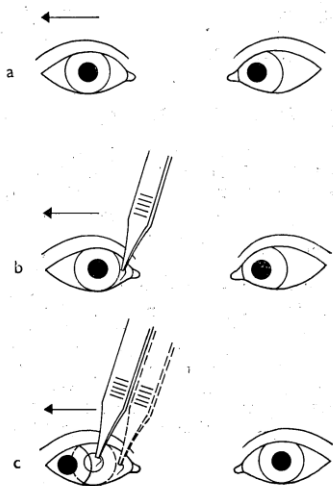
6.6 TESTY K URČENÍ RESTRIKCE MOTILITY

6.6.1 TEST PASIVNÍ DUKCE („FORCED DUCTION TEST“)

Test pasivní dukce (obr. 21) pomůže odhalit fibrózy, uskřinutí či kontraktury svalu, a zároveň odlišit, zda se nejedná o paretické změny motility. Test se provádí v lokální anestezii, u dětí v celkové anestezii, také proto, aby byly vyloučeny volní pohyby oka a byla zajištěna „spolupráce“ dítěte. Bulbus se uchopí jemně dvěma pinzetami za spojivku a episkléru těsně u limbu v ose vyšetřovaného svalu, a pak se vyšetřující pokusí pohnout okem ve směru i proti směru omezené dukce.

Vyhodnocení testu vyžaduje určitou míru zkušeností vyšetřujícího, proto může být zjištění mírného stupně restrikce obtížné. Je-li hybnost bez omezení, jedná se o obrnu svalu a test hodnotíme jako „negativní“. Je-li omezena, jde o mechanickou překážku a test vyhodnotíme jako „pozitivní“. V případě pozitivního výsledku bychom měli test opakovat i v průběhu operace, zvláště v momentě, kdy jsme uvolnili sval, pokládáný za příčinu restrikce.

Test je užitečný i při stanovení diagnózy Brownova syndromu. U Brownova syndromu se při testu objeví odpor při supradukci v addukci. U Duanova retrakčního syndromu nám neomezená hybnost oka v abdukci ukáže na nervovou povahu syndromu. Užitečný tento test může být i při podezření na uskřinutý sval u hydraulické zlomeniny orbity („blow – out fracture“) (6; 11; 4; 16; 20).



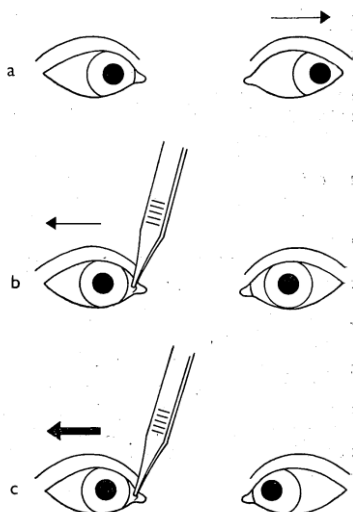
Obrázek 21: Test pasivní dukce: A - omezení pohybu pravého oka při pohledu doprava, B - pasivní abdukce pravého oka není možná, C - pasivní abdukce pravého oka je bez odporu (6)

6.6.2 AKTIVNÍ DUKČNÍ TEST („ACTIVE FORCED GENERATION TEST“)

Test aktivní dukce (obr. 22) určuje velikost kontrakční síly, kterou dovede vyvinout vyšetřovaný sval při dukci a verzi. Síla vyvinutá postiženým svalem je srovnávána se silou kontrakce, kterou vyvine sval nepostíženého oka. Užívá se u pacientů se suspektní parézou či Duanovým syndromem. Výsledek testu ukáže, jaká část úchyvky je způsobená parézou nervu a která je důsledkem restriktivních změn antagonisticky působícího svalu. Vyšetření provádíme výhradně u spolupracujících pacientů.

Vyšetřovaný se nejprve dívá do opačného směru maximální akce vyšetřovaného svalu, zatímco vyšetřující drží na opačné straně těsně u limbu štětičku nebo pinzetu. Síla tahu, který cítí vyšetřující v pinzetě, určuje kontrakční sílu vyšetřovaného svalu. Jestliže necítí žádný výraznější tah, vyšetřovaný sval není schopný kontrakce, jedná se o obrnu svalu. Tato odpověď je zároveň spojena se zpomalenými sakadickými pohyby.

Jestliže cítí vyšetřující v pinzetě výraznější tah, sval má dostatečnou kontrakční sílu. To znamená, že se nejedná o obrnu svalu, ale o mechanickou příčinu omezené motility. Tento typ reakce odpovídá normálním sakadickým pohybům. Aktivní dukční test není příliš spolehlivou metodou, je totiž zatížena značnou subjektivní chybou (6; 16; 20).



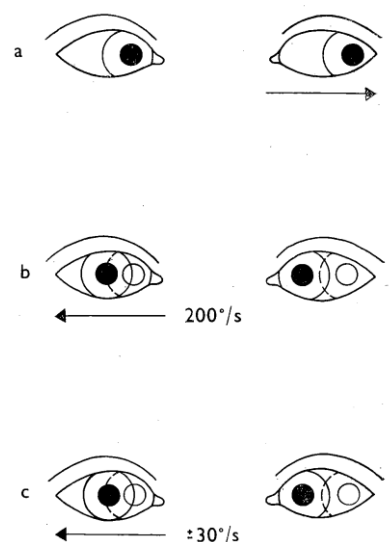
Obrázek 22: Aktivní dukční test: A - pohled doleva, B - při pohledu doprava necítí vyšetřující v pinzetě žádný výrazný tah, jde o obrnu m .r. ext.. C - při pohledu doprava cítí vyšetřující značný tah, jde o mechanickou příčinu okohybné poruchy (6)

6.6.3 TONOMETRIE V POHLEDOVÝCH SMĚRECH

Máme-li podezření na restriktivní poruchu hybnosti, lze ji od parézy odlišit i pomocí jednoduchého testu při aplanační tonometrii. U restriktivních poruch výrazně stoupá nitrooční tlak při snaze o pohled ve směru poruchy hybnosti. Antagonista je sice kontrahován, ale bulbus je mechanicky fixován, nebo je kontrakce antagonisty značně oslabena (17).

6.6.4 ANALÝZA SAKADICKÝCH POHYBŮ

Analýza sakadických pohybů (obr. 23) byla poprvé popsána v r. 1971 Scottem. Vyšetřované oko má sledovat plynule fixační objekt z extrémní pozice, ležící oproti poloze maximální akce vyšetřovaného svalu, do extrémní polohy ve směru maximální akce svalu. Během tohoto vyšetřující sleduje elektrookulograficky rychlost vykonaného pohybu oka s omezenou motilitou. Jestliže se oko pohybuje standardní sakadickou rychlostí 200 - 700°/s, kontrahuje se zdánlivě hypofunkční sval pravděpodobně normálně a omezená motilita je způsobená mechanickou překážkou. Naopak pokud se oko pohybuje ke svému konečnému postavení pomalým a nesouměrným pohybem o rychlosti 30°/s, jde o obrnu



Obrázek 23: Analýza sakadovaných pohybů: A - pohled doleva, B - při pohledu doprava se oko pohybuje rychle, normální sakadickou rychlostí, C - při pohledu doprava se oko pohybuje pomalu, pomalým nesouměrným pohybem (6)

svalu. Při parézách horizontálních může být i nevýbavná.

Sakadické pohyby a jejich rychlost lze vyšetřit kvantitativně elektrookulograficky výše zmíněnou metodou, nebo kvalitativně při vyšetření optokinetického nystagmu. V addukci je pak zpravidla rychlá složka, a abdukci se pomalu vrací do původního postavení (6; 20)

6.7 TESTY K URČENÍ POSTIŽENÉHO VERTIKÁLNÍHO SVALU

6.7.1 TEST ÚKLONU HLAVY PODLE BIELSCHOWSKÉHO

Tento test představuje jednoduché objektivní vyšetření, které bývá někdy jediným potvrzením obrny horního šikmého svalu u nespolupracujícího dítěte. Využívá se k diferenční diagnóze mezi obrnou horního šikmého svalu jednoho oka a horního přímého svalu druhého oka, nebo dolního šikmého svalu jednoho a dolního přímého svalu druhého oka. Test pracuje s následujícími fyziologickými principy: otočí-li se hlava kolem své předozadní osy, následují kompenzační pohyby oka kolem předozadní osy bulbu. Při sklonu hlavy doprava se kontrahuje m. obliquus superior oculi dexter a m. rectus sup. oculi dexter a způsobí intorzi pravého oka. Na levém oku dojde ke kontrakci m. obl. inf. a m. r. inf. a způsobí extorzi levého oka. Analogicky dojde k cyklodukci i při sklonění hlavy doleva.

Při vyšetření vyzveme pacienta, aby sklonil hlavu k opačné straně než je jeho kompenzační postavení hlavy při obrně některého z vertikálních svalů. Vyšetřující následně sleduje, jestli některé oko nevykoná výrazný pohyb nahoru nebo dolů.

Při obrně m. obl. sup. dx. je hlava skloněna doleva, ke zdravé straně. Skloníme-li pasivně hlavu doprava k paretické straně, postižené pravé oko vykoná pohyb nahoru díky m. r. sup. dx. U zdravého oka dojde při sklonu hlavy doprava k intorzi. Ta je způsobena stahem horního šikmého a horního přímého svalu. Protože jsou ale tyto svaly antagonisté ve smyslu vertikální akce, nedojde ke změně ve vertikálním postavení oka. Pokud je však horní šikmý sval paretický, horní přímý sval postrádá odpor kladený antagonistou a s torzí se objeví zároveň i zvednutí oka. Při obrně m. r. sup. sin. je hlava skloněna doleva, na stranu postiženou. Pokud skloníme hlavu pasivně doprava, nedojde k žádnému pohybu nahoru nebo dolů levého postiženého oka. Pozitivní Bielschowského test potvrzuje obrnu m.obl. sup. oka, které vystoupí nahoru.

Obdobně se test může použít k rozlišení obrny m. obl. inf. jednoho oka a m. r. inf. druhého oka. Izolovaná obrna těchto svalů je však velice vzácná. (6)

6.7.2 PARKSŮV TŘÍSTUPŇOVÝ TEST

V roce 1958 zavedl Parks na základě Bielschowského testu úklony hlavy novou objektivní metodu pro hodnocení obrny izolovaného vertikálního svalu, později byla upravena Hardestem.

- I. stupeň: nemocný se podívá nejprve doprava a pak doleva. Zakrývací zkouškou zjistíme, zda je vertikální úchylka větší při pohledu doprava nebo doleva.
 - a. Úchylka je větší při pohledu doprava, může být postižen: m. r. sup. a m. r. inf. dx. a m. obl. sup. a m. obl. inf. sin.
 - b. Úchylka je větší při pohledu doleva, může být postižen: m. r. sup. a m. r. inf. sin. a m. obl. sup. a m. obl. inf. dx.
- II. stupeň: Vyšetření se omezí na dva možné postižené svaly. Nemocný se dívá na stranu větší vertikální úchylky a vyšetřující stanoví, které oko je hypertropické.
 - c. Vyšetřovaný se dívá doprava – pravá hypertropie ukazuje na obrnu m. r. inf. dx. nebo m. obl. inf. sin., levá hypertropie ukazuje na obrnu m. r. sup. dx. nebo m. obl. sup. sin.
 - d. Vyšetřovaný se podívá doleva – pravá hypertropie se týká m. r. sup. sin. nebo m. obl. sup. dx, levá hypertropie se týká m. r. inf. dx. nebo m. obl. inf. sin.
- III. stupeň: Je důležitý pro diferenční diagnózu mezi m. obl. sup. sin. a m. r. sup. dx. nebo m. obl. inf. sin. a m. r. inf. dx. Vyšetřující skloní pasivně hlavu nemocného na opačnou stranu, než je jeho kompenzační postavení hlavy, a sleduje zvětšení vertikální úchylky směrem nahoru nebo dolů. Úchylka se zvětší na postiženém oku, postihuje-li obrna šikmý sval, a prakticky chybí, je-li postižen sval přímý (6; 10)

6.7.3 DVOUSTUPŇOVÝ TEST

Dvoustupňový test popsáný Helvestonem (1973) je jednoduchý objektivní test vhodný též k diagnóze obrny izolovaného vertikálního svalu. První stupeň testu zahrnuje I. a II. stupeň z testu předchozího.

- I. stupeň: vyšetřovaný se podívá nejprve doprava, potom doleva a následně opět zakrývací zkouškou zjistíme, zda je vertikální úchylka větší při pohledu doprava či doleva. Při addukci ve směru větší vertikální úchylky je oko buď hypertropické, nebo hypotropické. Toto oko se „dívá“, ukazuje na pár možných paretických svalů. Může to být horní šikmý sval oka v addukci nebo horní přímý sval druhého oka, je-li addukované oko hypertropické, nebo dolní šikmý sval addukovaného hypotropického oka či dolní přímý sval druhého oka.
- II. stupeň: vyšetřující skloní hlavu vyšetřovaného nejprve k pravému, poté k levému rameni a sleduje zvětšení vertikální úchylky. Je-li úchylka větší na straně hypertropického oka, je z možné skupiny postižen šikmý sval. Zvětší-li se vertikální úchylka na straně hypotropického oka, je postižen z možného páru přímý sval (6; 10).

6.7.4 SCHWARTINGŮV TŘÍSTUPŇOVÝ TEST

Tento test zavedený Schwingem využívá k nalezení paretického svalu tabulky (tab. 2). V tabulce nalezneme tři oblasti, na které se zaměříme při zakrývací zkoušce, a v každé vždy po osmi možných paretických svalech. Po vyšetření nalezneme jen jeden sval, který je společný všem třem oblastem. (6)

	OD	OS
Hypertropie	m. r. inf. dx. m. obl. sup. dx. m. r. sup. dx. m. obl. inf. dx.	m. r. inf. sin. m. obl. sup. sin. m. r. sup. sin m. obl. inf. sin.
Větší deviace při pohledu nahoru	m. r. inf. dx. m. obl. sup. dx. m. r. sup. dx. m. obl. inf. dx.	m. r. inf. sin. m. obl. sup. sin. m. r. sup. sin m. obl. inf. sin.
Větší deviace při pohledu doprava	m. r. inf. dx. m. obl. sup. dx. m. r. sup. dx. m. r. sup. dx.	m. r. inf. sin. m. obl. sup. sin. m. r. sup. sin m. r. sup. sin

Tabulka 2: Tabulka k nalezení postiženého vertikálního svalu pomocí Schwingova testu (6)

6.8 VYŠETŘENÍ PŘI DIPLOPII

Diplopie neboli dvojité vidění je v neurooftalmologické diagnostice častým, vždy důležitým a nezřídka alarmujícím příznakem. Představuje nejčastější senzorio – motorickou poruchou jednoduchého binokulárního vidění (JBV), při níž je jeden objekt vnímán nekorespondujícími místy sítnice obou očí, tedy dvěma místy, jež mají různou prostorovou hodnotu.

Diplopie může vznikat z několika různých příčin:

1. neurogenní – příčinou je obrna některého z okoohybných nervů,
2. myogenní – příčinou je afekce některého z okoohybných svalů,
3. mechanická – příčinou jsou různé orbitální afekce (hematomy, fraktury, cizí tělesa).

Vyšetření diplopie patří mezi subjektivní vyšetřovací metody a vyžaduje spolupráci vyšetřovaného. Vyšetření pracují na základě dvou principů:

- a) **Poskytnutí jednoho podnětu oběma očím.** Vyšetřovaný lokalizuje dvojitý obraz vyplývající ze současného dráždění foveoly jednoho oka a extrafoveolárního bodu druhého oka. Využívá se u kvalitativního orientačního vyšetření a při vyšetření světelnou tyčinkou či svíčkou.
- b) **Poskytnutí podnětu každému oku zvlášť.** Metody kvantitativní, koordimetrické spočívají na konfúzi, kdy jsou foveoly obou očí drážděny rozdílným podnětem (jak barvou, tak tvarem), který se zobrazí v centrální jamce a promítá se ve směru foveoly. Proto se při těchto testech např. esotropie projevuje zkříženou diplopií. Na tomto principu pracují vyšetření na Hessově a Lancasterově plátně. Mezi kvantitativní vyšetření se ještě řadí vyšetření na Maddoxově kříži.

Po vyloučení monokulární, fyziologické či zdánlivé diplopie zůstává zdvojení obrazu důležitým příspěvkem pro rozlišení neurogenního či myogenního původu okoohybné poruchy, tak pro topickou i etiologickou diagnostiku afekce. (2)

6.8.1 KVALITATIVNÍ VYŠETŘENÍ DIPLOPIE

6.8.1.1 Orientační vyšetření a rozbor diplopie

Orientační vyšetření diplopie lze provést bez zvláštního vybavení (postačí např. tužka) jak v ambulanci, tak u lůžka nemocného. V případě zkušeností vykazuje vyšetření spolehlivost. Vyšetřovaný sleduje pouze očima bez otáčení hlavy tužku, kterou před ním vyšetřující pohybuje. Vyšetřovaný odpovídá na otázky:

1. *Je disparace (rozestup) obrázků stále stejná nebo se mění v různých pohledových směrech?* Odpověď rozliší konkomitantní a inkomitantní strabismus.
2. *Je rozestup obrázků horizontální, nebo vertikální?* Odpověď určí postižení horizontálně a vertikálně činných svalů.
3. *Zvětšuje se disparace obrázků při pohledu doprava či doleva nebo při pohledu nahoru či dolů?* Odpověď určí, zda je postižen dextro- či sinistrovertor nebo zvedač či skláněč oka. Lateralita léze je mnohdy na první pohled zřejmá, pokud je hybnost oka ve směru svalové funkce omezena nebo pokud zcela chybí. Při lehčích parézách se ale může stát, že je i při diplopii hybnost oka prakticky volná a lateralita léze není zřejmá. Potom platí, že obrázek postiženého oka je ve směru největší disparace dále v periferii. Vyšetřovaného, který v daném směru fixuje tužku, se při střídavém zakrývání pravého a levého oka dále ptáme:
4. *Zmizel bližší, nebo vzdálenější obrázek?* Vzdálenější obrázek patří oku s paretickým svalem, a to platí ve všech pohledových směrech. V této chvíli máme určenou stranu léze, u horizontálních svalů dokonce známe postižený sval, u vertikálních svalů známe možnou dvojici zvedačů nebo skláněčů, z nichž jeden je hledaný sval.
5. *Je vertikální disparace obrázků větší v addukci nebo v abdukci?* Z odpovědi určíme postižený sval. Pokud je maximální disparace obrázků v addukci (při pohledu směrem nasálním nahoru nebo dolů), je postižen šikmý sval (horní či dolní). Maximální vertikální disparace v abdukci (při pohledu směrem temporálním nahoru nebo dolů) svědčí pro parézu přímého svalu (horního či dolního) (2).

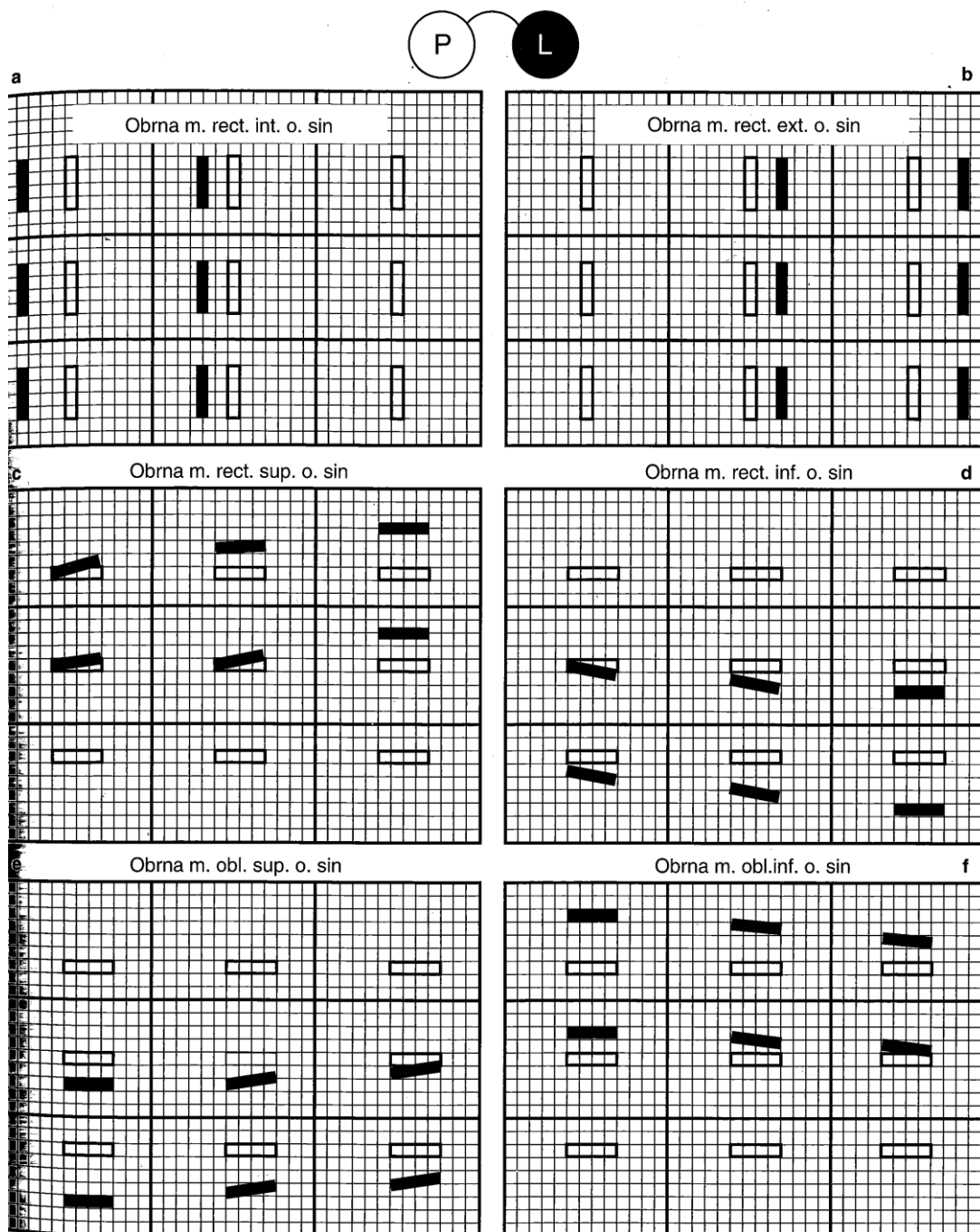
6.8.1.2 Vyšetření s červeným sklem a svíčkou (světelnou tyčinkou)

Jedná se o kvalitativní vyšetření diplopie, při kterém se k disociaci obrazů obou očí používá červené sklo nebo červenozelené brýle, dále je k vyšetření zapotřebí zapálené svíčky. Dnes ale vyšetřující použije místo svíčky spíše drobný bodový zdroj světla (světelnou tyčinku). Vyšetřovaný sedí s hlavou fixovanou během vyšetření v přímém postavení s předsazeným červeným sklem nejprve před pravým okem, poté před okem levým. Vyšetřující pohybuje svíčkou nebo světelnou tyčinkou ze vzdálenosti 2 m z primárního postavení do dalších 8 pohledových směrů. Při vyšetřování horizontálních svalů klade vyšetřující tyčinku do vertikály, při vyšetření vertikálních svalů umísťuje tyčinku do horizontály. Úkolem vyšetřovaného je udat, zda vidí jeden růžový obrázek svíčky (tyčinky), nebo dva – červený a bílý. Pokud vidí obrázky dva, ptáme se, kde vidí červený obrázek a ve kterém směru jsou od sebe obrázky nejvíce vzdáleny. Výsledky odpovědí zaznamenáme do jednoduchého schématu s devíti okénky (obr. 24).

Hodnocení:

1. Zdvojené obrázky jsou různé podle toho, který sval nebo svalová skupina je postižena, mohou vzniknout obrázky zkřížené, nezkřížené, výškově posunuté nebo je jeden z nich šikmý. Homonymní (nezkřížené) obrázky vzniknou při obrně některého z abduktorů – m. r. ext., m. obl. sup., m. obl. inf. Heteronymní (zkřížené) obrázky vzniknou, pokud je postižený některý z adduktorů - m. r. int., m. r. sup., m. r. inf.
2. Směr, ve kterém je vzdálenost zdvojených obrazů největší, udává směr maximální akce paretického svalu. Při pohledu v tomto směru patří periferní obraz postiženému oku.
3. Je-li větší vertikální vzdálenost obrazů, pokud je oko v abdukci, je postižen přímý sval, je-li vzdálenost větší v addukci, je postižen šikmý sval.
4. Při postižení vertikálního svalu, který má i torzní efekt, je zároveň skloněn i výsledný obraz, a to vždy ve směru jeho normální akce. Například u horního přímého a horního šikmého svalu bude obraz skloněn dovnitř, protože jejich torzní efekt se projeví v incyklodukci.

Toto hodnocení platí u čerstvých izolovaných paréz jednotlivých ZOS. Hodnocení se stává komplikovanějším, pokud je postiženo více svalů zároveň nebo pokud je paréza spojena s komkomitujícím strabismem. Diagnostické potíže mohou při hodnocení působit také staré obrny se sekundárními změnami svalů, např. se svalovou fibrózou nebo kontrakturou antagonisty (6; 11; 7; 2).

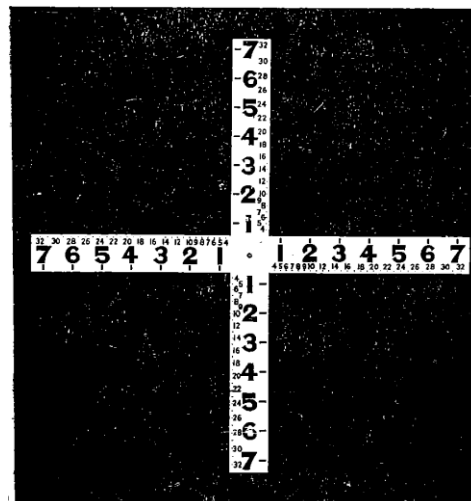


Obrázek 24: Vyšetření diplopie světelnou tyčinkou - přehled lokalizačních schémat u monoparéz ZOS z pohledu vyšetřujícího (2)

6.8.2 KVANTITATIVNÍ VYŠETŘENÍ DIPLOPIE

6.8.2.1 Maddoxův kříž

Maddoxův kříž (obr. 25) tvoří čtyři stejně dlouhá ramena s vyznačenými tangentovými stupnicemi, jejichž velikost odpovídá vyšetřovací vzdálenosti jak z 5 m (velké číslice), tak z 1 m (malé číslice). V místě křížení ramen, opatřeném fixačním světlem, začínají tangentové stupnice počínaje nulovým bodem a stoupají směrem do periferie. Čísla stupnice udávají velikost úchylny v úhlových stupních.



Obrázek 25: Maddoxův kříž (6)

a) Měření objektivního úhlu šilhání podle rohovkových reflexů

Vyšetřovaný sedí 1 m od Maddoxova kříže a fixuje centrální světlo kříže, pod nímž sedí vyšetřující, který si všímá rohovkových reflexů vyšetřovaného. Rohovkový reflex od středového světla je na fixujícím oku uložen přibližně ve středu zornice, na šilhajícím oku je uložen excentricky. Vyšetřující vyzve pacienta, aby sledoval jeho prst, který vede pomalu od centra směrem do periferie na malé stupnici kříže až do té doby, než se rohovkový reflex objeví ve středu zornice vyšetřovaného (primární úchylna se změnila v sekundární). V tom místě, na kterém se zastavil prst vyšetřujícího, odečteme na malé stupnici velikost objektivní úchylny ve stupních.

b) Měření subjektivního úhlu šilhání pomocí Maddoxovy destičky

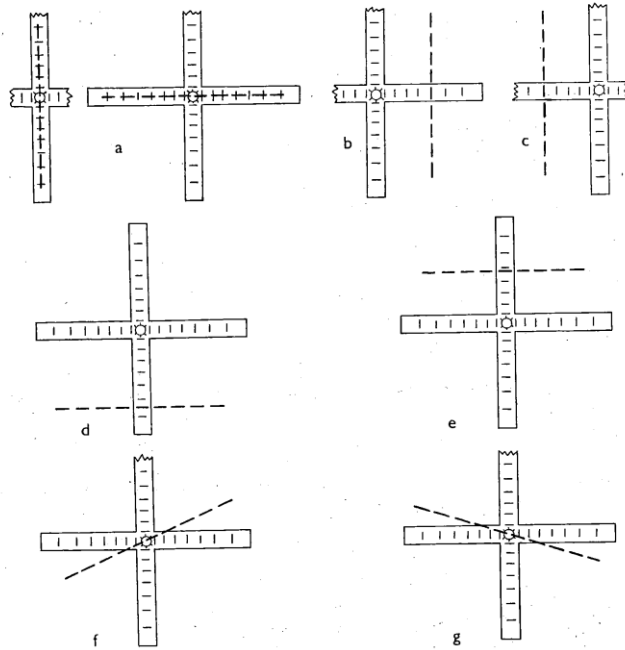
Maddoxova destička (Maddoxův cylindr) je zpravidla součástí sady klínových skel ze skříně zkušební sady. Destička je tvořena červeným zkušebním sklem s vybroušenými do řádku cylindrickými sloupky, které mění bodové světlo ve světelnou čáru kolmou na průběh cylindrických sloupků. Slouží k disociaci obrazů obou očí: oko fixující vidí světelný bod, oko vyšetřované, před nímž je umístěna Maddoxova destička, vidí světelnou čáru. Používá se k vyšetření heteroforií a heterotropií nejčastěji ve spojení s fixačním světlem na Maddoxově kříži.

Vyšetřovanému nasadíme zkušební obrubu s Maddoxovou destičkou, kterou umístíme před vyšetřované oko. Vyšetření okohybných odchylek začínáme v kritičtějším vertikálním směru. Maddoxova destička je též orientována ve zkušební obrubě s cylindrickými sloupky vertikálně, takže na základě zobrazení válcovou plochou vidí vyšetřovaný horizontální světelnou čáru. Při vyšetření horizontálních úchylek umístíme Maddoxovu destičku naopak s vroubkou horizontálně. Vyšetřovaný fixuje z vyšetřovací vzdálenosti 5 m světlo Maddoxova kříže a udává vzájemné postavení světelného bodu a čáry na tangentové stupnici.

Hodnocení (obr. 26):

1. Svislá i vodorovná čára prochází přímo světelným bodem: ideální rovnovážné postavení, ortoforie.
2. Svislá čára je vpravo nebo vlevo od fixační značky a podle toho, před který okem se nachází Maddoxova destička, jde buď o nezkříženou diplopii (při esotropii či esoforii), nebo o zkříženou diplopii (při exotropii či exofoirii oka s destičkou). Poloha světelné čáry na Maddoxově kříži udává velikost svalové nerovnováhy nebo subjektivní úhel úchyly ve stupních.
3. Horizontální světelná čára prochází nad nebo pod fixační značkou a podle toho, před kterým okem je umístěna Maddoxova destička, jde buď o zkříženou vertikální diplopii (při hypertropii či hyperforii), nebo o nezkříženou vertikální diplopii (při hypotropii či hypoforii oka s destičkou).
4. Světelná čára jde šikmo. Je-li Maddoxova destička umístěna před pravým okem, znamená vyšší uložení temporálního konce čáry nad fixační značkou excyklotropii či excykloforii. Nižší uložení temporálního konce než je fixační značka znamená incyklotropii či incykloforii pravého oka.

Vyšetření lze též provádět i do blízka z vyšetřovací vzdálenosti 33 cm. Nemůžeme jej ale využít u dětí s amblyopií a hlubokou supresí. Vyšetřovaný může někdy udávat, že se mu světelná čára pohybuje. To je způsobeno tím, že díky zrušené fúzi destičkou se nefixující oko uvolnilo. Červená barva skla může někdy vyvolat silnou akomodaci a konvergenci, díky čemuž můžeme naměřit větší úchyly než na troposkopu (6; 11; 21; 2).



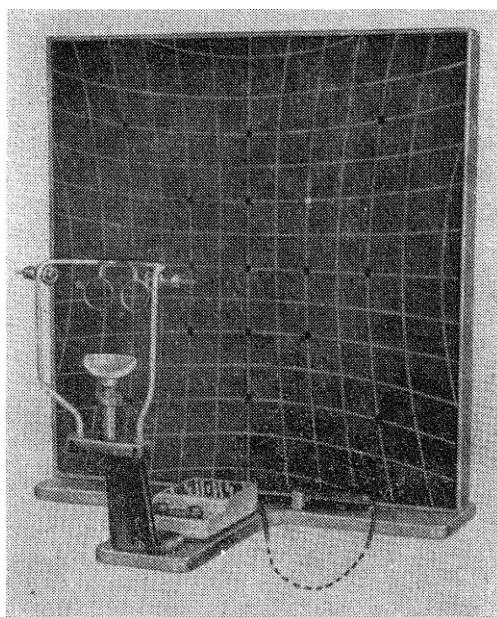
Obrázek 26: Vyšetření heteroforie nebo tropie s malou OÚ a NRK na Maddoxově kříži, Maddoxova destička je před pravým okem: A - ortoforie, B - esoforie nebo esotropie, C - exoforie nebo exotropie, D - pravá hyperforie nebo hypertropie, E - pravá hypoforie nebo hypotropie, F - pravá excykloforie nebo excyklotropie, G - pravá incykloforie nebo incyklotropie. Je znázorněn výsledný vjem vyšetřovaného. Přerušovaná čára představuje červenou čáru viděnou vyšetřovaným. (6)

6.8.2.2 Hessovo plátno (štít)

Vyšetření na Hessově plátně (obr. 27) je koordimetrická metoda, kterou vypracoval v letech 1909 – 1916 W. R. Hess na základě dřívější práce Hirschberga a Landolta. Vyšetření je rychlé, pro pacienty nenáročné a poskytuje nám trvale registrované záznamy, na kterých lze při opakovaných vyšetření sledovat vývoj poruchy. Pokud nejsou obrny příliš komplikované, je vyšetření také velice přesné. Z výsledků vyšetření můžeme určit: postižené oko, lateralitu léze, insuficientní sval či svalovou skupinu, rozdíl mezi primární a sekundární úchylkou, velikost úchylky a většinou lze určit i druhotné změny na neparetických svalech. Podmínkou je přibližně souměrná zraková ostrost obou očí a normální retinální korespondence.

Princip: Hessovo plátno či štít představují čtvercovou tangentovou síť, jejíž velikost je vypočtena pro vyšetřovací vzdálenost 50 cm a odstupňována je po 5° od centra doprava, doleva, nahoru i dolů, standardně do vzdálenosti 30°. Moderní elektrická diagnostická tabule umožňuje vyšetření až do vzdálenosti 35°. Síť bývá vyšita černou nití na černém sukňě, v centru a v uzlových bodech v rozsahu 15 a 30° (někdy 10 a 20°) jsou umístěny červené diody, které pacient postupně během vyšetření fixuje podle toho, jak vyšetřující body rozsvěcí. Fixační světla sleduje vyšetřovaný přes červenozelené brýle, přičemž značku sleduje

vždy okem, před kterým se nachází červené sklo brýlí. Zeleným sklem brýlí pozoruje vyšetřovaný zelený konec ukazovátko, kterým se snaží překrývat fixační body.



Obrázek 27: Hessův štít (24)

Provedení: Vyšetřovaný se posadí 50 cm od plátna s fixovanou hlavou v opěrce pro bradu a čelo tak, aby jeho primární linie pohledu směřovala do středu mřížky. Vyšetřovaný si nasadí červeno-zelené brýle k oddělení obrazů obou očí, pak je oko s červeným sklem okem fixujícím, oko se zeleným sklem lokalizuje, a je tak okem vyšetřovaným. Vyšetřující postupně rozsvěcí všechny fixační body a úkolem vyšetřovaného je překrýt rozsvícený bod ukazovátkem. Pozice, kde vyšetřovaný předpokládá překrytí bodů, zaznamenává vyšetřující do připraveného formuláře. Všechny body se na konci spojí ve výsledný tvar, z něhož hodnotíme výsledek vyšetření.

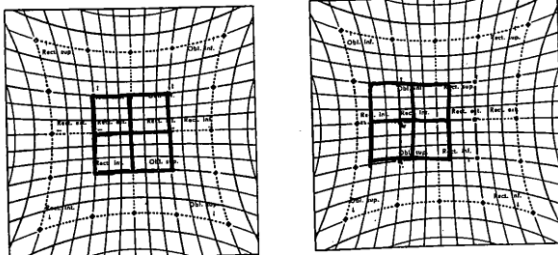
Každé oko by mělo být vyšetřeno v rozsahu 15 i 30° (malé a velké pole štítu), protože někdy se obrna projeví až při vyšetření většího pole. Stejně postupujeme i u druhého oka.

Hodnocení:

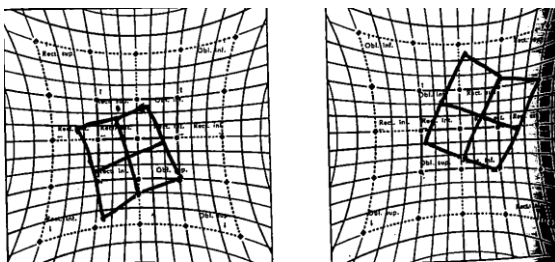
1. Normální záznam vylučující svalovou obrnu představuje koincenci polí pravého a levého oka, vyšetřovaný přesně překrývá fixační body ukazovátkem
2. Záznamy obou polí jsou shodné velikostí i tvarem, ale jsou symetricky posunuté. Nejde o svalovou obrnu, ale o konkomitující strabismus či heteroforii.
3. Obrazce jsou rozdílné tvarem, velikostí i vnitřním členěním – nepochybně jde o inkomitanci.
4. Menší obrazec značí lateralitu léze a svědčí také o primární úchylce. Větší obrazec nasvědčuje sekundární úchylce zdravého oka.
5. Zmenšený obrazec v určitém pohledovém směru ukazuje na obrnu svalu s maximální akcí v témže směru.
6. Zvětšení obrazce nebo jeho protažení v určitém pohledovém směru svědčí o hyperfunkci stejnostranného antagonisty v jeho akčním poli.
7. Stejný princip platí i pro druhé oko bez parézy, kdy ze záznamu bývají patrné známky hyperfunkce druhostranného synergisty a druhotné hypofunkce druhostranného antagonisty.

8. Vzhledem k tomu, že každé pole štítu má 5° , lze stanovit i velikost úchytky v každém pohledovém směru ve stupních (22; 6; 11; 7; 4; 21; 2; 23).

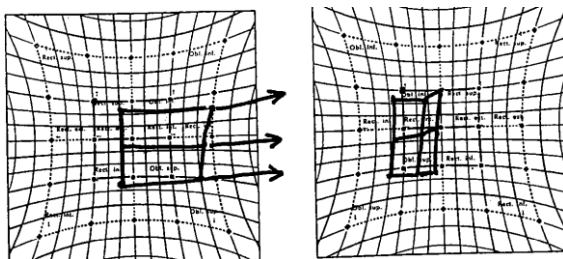
Příklady některých výsledků vyšetření jsou vyobrazeny na následujících obrázcích (obr. 28 – 31):



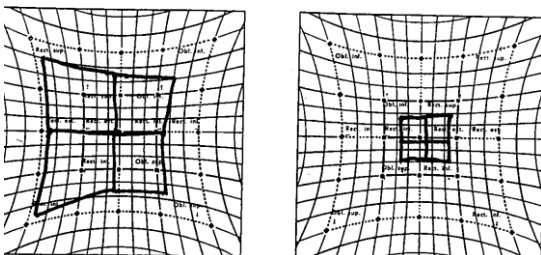
Obrázek 28: Strabismus convergens concomitans (2)



Obrázek 29: Strabismus concomitans sursoadductorius alternans (2)



Obrázek 30: Strabismus convergens paralytický OD (obrna n. IV. dx.) (2)

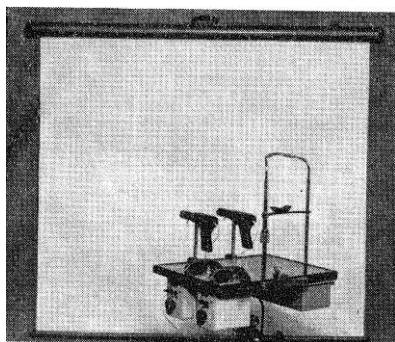


Obrázek 31: Insuficience elevace, deprese a addukce OD při hydraulické zlomenině spodiny a mediální stěny očníce (2)

6.8.2.3 Lancasterovo plátno

Lancasterovo plátno (obr. 32) představuje modifikaci Hessova plátna s tím rozdílem, že je sestrojeno pro vyšetřovací vzdálenost 2 m. Plátno je tvořeno bílou plochou s tangentovou sítí se stupnicí po 2°. Horizontální stupnice má rozsah 20°, vertikální stupnice 18°. V průsečících sítě jsou po 10° umístěny kruhové značky. Vyšetření na Lancasterově plátne lze využít ke stejným druhům vyšetření jako na Hessově štítě i následné vyhodnocení výsledků je založené na stejném principu.

Vyšetřovaný má fixovanou hlavu v opěrce brady a čela a má nasazené červeno-zelené brýle. Vyšetřující i vyšetřovaný drží v ruce projektor, pomocí něhož se na plátno promítá světelná štěrbinová obrazovka. Vyšetřující má v ruce projektor s červeným světlem a pohybuje jím do devíti základních pohledových směrů. Úkolem vyšetřovaného je svým projektorem se zeleným světlem překrýt červenou obdélníkovou značku tak, aby dohromady vytvořily kříž. Stejně pak probíhá vyšetření i u druhého oka. Vyšetřované oko je vždy oko, před kterým je zelené sklo. Výsledky vyšetření zaznamenáváme do schématu podobně jako u Hessova štítu, ze kterého lze dobře vyhodnotit izolovanou parézu, problémy ovšem činí paréza skupiny svalů či stará obrna (6; 21).



Obrázek 32: Lancasterovo plátno (24)

6.8.2.4 Další diagnostické tabule

Diagnostické tabule jsou všechna zařízení, pomocí nichž zjišťujeme rozdílnou lokalizaci obrázků obou očí při kokomitantním i inkomitantním strabismu. Většina z nich pracuje na principu koordimetrie – na základě různé prostorové lokalizace obou makul. Lze je

tedy využít pouze při normální retinální korespondenci. Kromě výše zmíněného Hessova a Lancasterova plátna sem patří Hessův – Lessův štít a projekční koordimetr podle Zeisse. Mezi diagnostické tabule lze také zařadit Rybovu tabuli a tangentskou škálu podle Harmse, ty však pracují na principu diplopie. V praxi se však nejčastěji setkáme s Hessovým štítem, zřídka i s Lancasterovým plátnem. Ostatní se dnes již prakticky nepoužívají. (6)

6.9 ELEKTROFYZIOLOGICKÉ METODY

6.9.1 ELEKTROMYOGRAFIE

Elektromyografie (EMG) se uplatňuje při diagnostice a diferenciální diagnostice obrn okohybných nervů. Elektromyografie zaznamenává a analyzuje bioelektrickou aktivitu okohybného svalu (nikoliv nervu). Potenciály, které vznikají při kontrakci svalu, jsou zpravidla snímány koaxiální jehlou, zavedenou po instilační anestezii přímo do svalu.

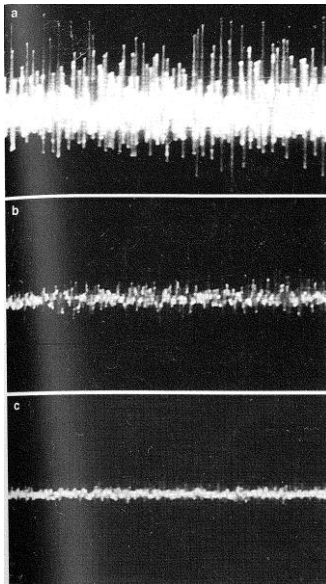
Základní prvek získaného záznamu tvoří motorická jednotka složená z jedné motorické jednotky v předním míšním rohu nebo v jádru okohybného nervu, jednoho nervového vlákna a různého počtu svalových vláken, která tento motoneuron inervuje. EMG záznam nás informuje o:

1. stavu příslušných svalových vláken,
2. stavu myoneurálního přechodu,
3. výkonnosti periferního motorického nervu,
4. aktivitě centrálního, supranukleárního aparátu.

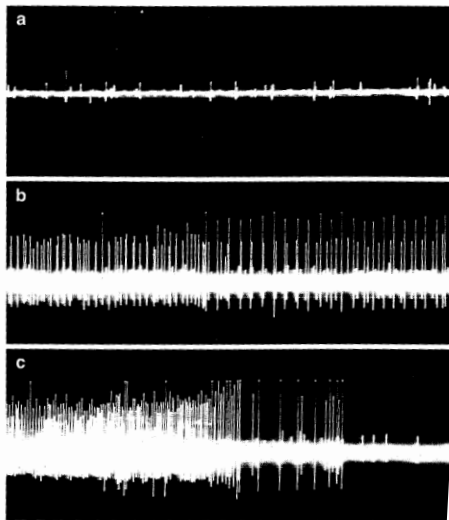
Diferenciální diagnostika EMG záznamu se do značné míry opírá vedle odchylek ve tvaru a charakteru akčních potenciálů o rozbor obrazu nazvaný inervační vzor (obr. 33).

Zvláštním obrazem je tzv. paradoxní inervace. Nastává v situaci, kdy je některý z okohybných svalů inervován částečně nebo zcela nervovými vlákny, která byla původně určena jinému svalů. Tak se stává sval anomálním synergistou jiných okohybných svalů a zapojuje do činnosti i při jiných než obvyklých pohledových směrech. V EMG záznamu nalezneme u takto inervovaného svalu inervační maximum nejen ve směru jeho hlavní funkce, ale i v jiných směrech pohledu. S určitým omezením lze říci, že EMG nám pomůže k:

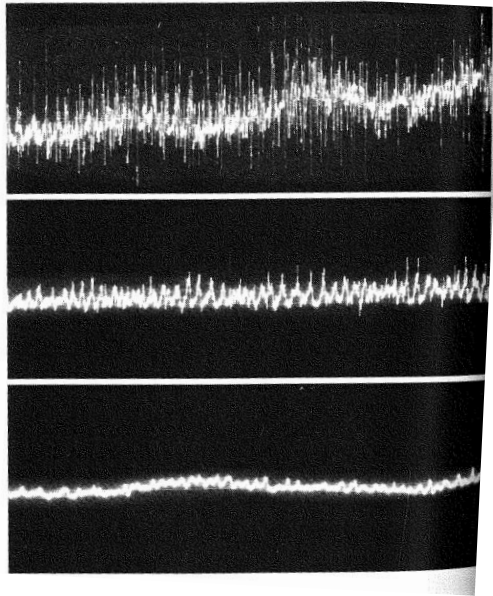
1. rozlišení charakteru léze
 - a. periferně neurogenní léze – v EMG záznamu má velmi charakteristický obraz (obr. 34). Pokud je vedení zcela přerušeno (např. po přetěti nervu), vymizí nejprve veškerá bioelektrická aktivita a až po několika dnech či týdnech se v důsledku spontánní aktivity denervovaného svalu objeví nízké bifázické fibrilační potenciály. Častější je pouze parciální léze neuronu, která se v záznamu projeví typicky reakcí únavy – pozorujeme kolísavou frekvenci výbojů s poklesem jejich amplitudy při maximálním inervačním úsilí a prořidnutím inervačního vzoru.
 - b. Poruchu na nervosvalové ploténce za pomoci farmakologických testů, která se typicky objevuje u myastenia gravis a jiných myastenických syndromů. Na EMG záznamu nalezneme typický obraz patologické svalové únavy s rychlým poklesem amplitudy i frekvence akčních potenciálů s postupným výpadkem motorických jednotek, často až do úplného vyčerpání elektrické aktivity svalu (obr. 35).
 - c. Supranukleární poruchy lze z EMG záznamu hodnotit až po nasnímání dvou či více svalů obou očí (obr. 36). Jen tak můžeme vidět, že centrální obrny mnohdy porušují reciproční princip inervace antagonistů a tím i jejich funkční souhru. Toto narušení koordinace inervace se může klinicky projevit jako pohledová obrna, tonická deviace nebo jako rytmické a klinické záškuby jednostranné i oboustranné.
 - d. Myogenní obrny – na obrazu EMG záznamu je typicky normální až supernormální interference akčních potenciálů, ačkoliv na oku se neobjeví žádný nebo jen nepatrný motorický efekt. To platí jak u myozitid, tak u myopatií nejrůznějšího typu.
2. Získání cenných informací o vývoji a dynamice poruchy, o úspěšnosti či neúspěšnosti léčby při opakovaném vyšetření.
3. Plánování léčby a indikace operace. (6; 2)



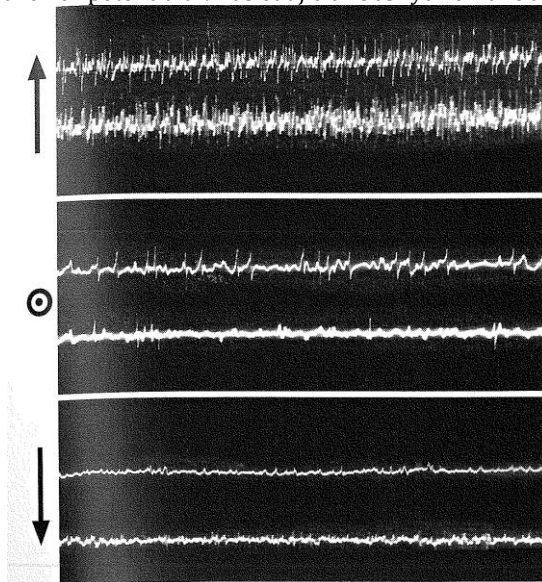
Obrázek 33: Normální inervační vzor m. r. int. : A - interference akčních potenciálů při addukci oka, B - tonická aktivita v klidovém středním postavení, C - útlum aktivity při abdukci oka (2)



Obrázek 34: Periferní neurogenní obrna m. r. int.: A - při úplné obrně el. aktivita zcela vymizí a až po několika dnech se objeví nízké bifázické potenciály jako projev spontánní aktivity denervovaného svalu, B - parciální obrna - úměrné výpadky motorických jednotek a prořídnutí interferenčního obrazu, C - reakce únavy parciální obrny (2)



Obrázek 35:EMG záznam únavnosti m. orbicularis oculi u myastenia gravis: Po sevření víček úvodní interference akčních potenciálů v následujících 30s rychle řídne a na konci prakticky vymizí (2)



Obrázek 36: EMG záznam paradoxní inervace u vrozené supranukleární obrny elevace oka: Simultánní kontrakce obou vertikálních antagonistů při snaze o pohled vzhůru a útlum jejich aktivity při pohledu opačným směrem. Nahoře záznam z m. r. sup., dole z m. r. inf. (2)

6.9.2 ELEKTROOKULOGRAFIE

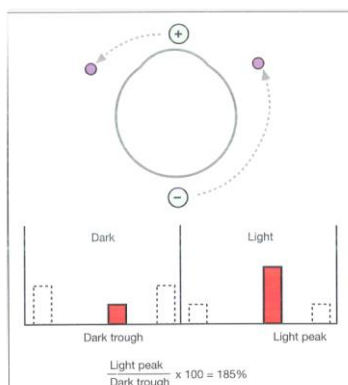
K diagnostice obrn okoohybných svalů může pomoci i elektrookulografie (EOG). Zaznamenává tzv. korneoretinální potenciál, který vzniká mezi rohovkou a sítnicí při změnách polohy bulbu. Bulbus ve své podstatě představuje elektrický dipól s pozitivním nábojem na rohovce (10 mV) a negativním nábojem při zadním pólu oka. Elektrický záznam je snímán kožními elektrodami, které jsou vyšetřovanému umístěny při zevním a vnitřním koutku obou očí. Indiferentní elektrody jsou umístěny na čele. Vykonává-li oko horizontální pohyby, pak se dipól oka přibližuje jednou ke kladné a podruhé k záporné kožní elektrodě a indukované změny jsou registrovány. Místem vzniku EOG potenciálů jsou distální oblasti sítnice a cévnatka.

Při vyšetření sleduje vyšetřovaný střídavě jedno a druhé fixační světlo umístěné v horizontální rovině pod zorným úhlem 30°. Po preadaptaci na světle (12min) se pak vyšetřuje 12 min ve tmě i na světle. Mezi pozitivní rohovkou a negativním zadním pólem oka vzniká stejnosměrný potenciálový rozdíl, jenž se výrazně zvyšuje na světle (obr. 37).

Z EOG záznamu lze hodnotit:

1. Rozsah a další kvality očních pohybů (makrosakády, sledovací pohyby). Rozlišovací schopnost činí 1 – 2°.
2. Změny amplitudy potenciálů za různého stavu retinální adaptace.

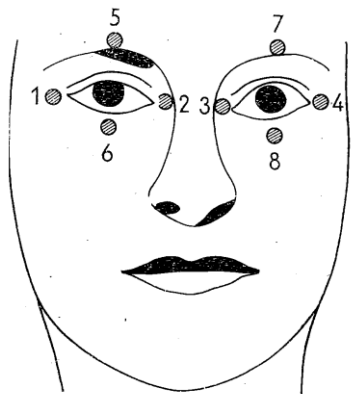
Výsledek je hodnocen pomocí Ardenova indexu, jenž se vypočítá podílem maximální potenciálové hodnoty změřené na světle a maximální hodnoty naměřené ve tmě krát 100. Normální hodnoty Ardenova indexu by měly být vyšší než 185 %, v rozmezí 200 – 400%. Hodnoty pod 180 jsou patologické (6; 9; 2; 12).



Obrázek 37: Princip elektrookulografie (10)

6.9.3 ELEKTRONYSTAGMOGRAFIE

Eleketronystagmografie (ENG) představuje modifikaci EOG (obr. 38). Může se uplatnit při poruchách vestibulárního aparátu, při diagnóze obrny pomocí analýzy stadických pohybů, u níž sledujeme amplitudu, frekvenci a úhlové zrychlení nystagmoidních pohybů, které se při obrně zpomalují (6; 2).



Obrázek 38: Rozmístění elektrod při elektronystagmografii - 1 - pravá temporální, 2 - pravá nasální, 3 - levá nasální, 4 - levá temporální, 5 - pravá supraorbitální, 6 - pravá infraorbitální, 7 - levá supraorbitální, 8 - levá infraorbitální. **(19)**

7 ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo přinést srozumitelný a věcný přehled oční motility, vyšetřovacích postupů a metod, kterých lze při jejím vyšetřování použít. V první části práce se věnuji anatomii a fyziologii okoohybných svalů. Tyto kapitoly jsou důležité pro pochopení těch následujících. Praxe navíc při vyšetřování okoohybných funkcí vyžaduje od vyšetřujícího výbornou znalost činnosti jednotlivých okoohybných svalů, což usnadní nejen průběh a indikaci toho kterého vyšetření, ale také vyhodnocení získaných výsledků vedoucí ke správné diagnóze.

V další části se věnuji jednotlivým vyšetřovacím metodám oční motility, kterým předchází vyšetřovací metody postavení očí, jež bývá často změněno spolu s poruchou oční motility. Ne všechna vyšetření jsou však k diagnostice využívána. Záleží na vybavení, zvyklostech pracoviště a zkušenostech vyšetřujícího, které metody použije.

Pokud bude práce využita ke studiu okoohybných svalů, motilitě oka a jejímu vyšetřování a napomůže se v problematice zorientovat, pak splnila svůj účel.

CITOVANÁ LITERATURA

1. **Kvapilíková, Květa.** *Anatomie a embryologie oka.* Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Vlnařská 6, 656 02 Brno, 2000. str. 206. 80-7013-313-9.
2. **Otradovec, Jiří.** *Klinická neurooftalmologie.* [editor] doc. MUDr. Jan Klíma Csc. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, 2003. str. 488. 80-247-0280.
3. **Josef Syka, Luboš Voldřich a František Vrabec.** *Fyziologie a patologie zraku a sluchu.* [editor] Zdeňka Chvojková. 1. vydání. místo neznámé : Avicenum, Praha. str. 324.
4. **Kuchynka, Pavel.** *Oční lékařství.* [editor] Mgr. Luděk Neužil. 1. vydání. Praha : Grada Publishing s.r.o., U Průhonu 22, Praha 7, 2007. str. 768. 978-80-247-1163-8.
5. **Friedman, Neil J. a Kaiser, Peter K.** *Essential of ophthalmology.* místo neznámé : Elsevier Inc. All rights reserved, 2007. 978-1-4160-2907-6.
6. **Divišová, Gabriela.** *Strabismus.* [editor] Jana Šedová. 2. upravené vydání. Praha : Avicenum, zdravotnické nakladatelství n.p., Praha 1, Malostranské nám. 28, 1990. str. 312. 80-201-0037-7.
7. **Kurz, Jaromír.** *Oftalmo - neurologická diagnostika.* [editor] Jiří Vlašánek. 1. vydání. Praha : Státní zdravotnické nakladatelství, n.p., Praha, 1956. str. 1024.
8. **Dostálek, Miroslav.** *Binokulární vidění, přednáška prezentace Vyšetření oční motility.*
9. **Kraus, Hanuš.** *Kompendium očního lékařství.* [editor] Mgr. Hana Kučerová. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, spol. s.r.o., U Průhonu 22, Praha 7, 1997. str. 360. 80-7169-079-1.
10. **Kanski, Jack. J.** *Clinical ophthalmology a systematic.* 6. vydání. místo neznámé : Elsevier Butterworth - Heinemann, 2007. str. 931. 978-0-08-045009-4.
11. **Hromádková, Lada.** *Šilhání.* druhé doplněné vydání. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Vlnařská 6, 656 02 Brno, 1995. str. 163. 80-7013-207-8.
12. **al., Pavel Rozsival et.** *Oční lékařství.* [editor] prof. PhDr. Mojmír Horyna a PhDr. Lubomír Houdek. 1. vydání. Praha : Galén, Na Bělidle 34, 150 00 Praha a Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006. str. 373. 80-7262-404-0 (Galén), 80-246-1213-5 (UK Praha).
13. **Kolín, Jan.** *Oční lékařství.* 2. vydání. Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2007. str. 109. 978-80-246-1325-3.
14. **Dolének, Antonín a Pištělka, Zdeněk.** *Šilhání a tupozrakost.* 1. vydání. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 1970. str. 181.

15. **Sergijevskij, L. I.** *Konkomitující strabismus a heteroforie*. [editor] Jiří Vlašánek. [překl.] Emanuel Jarka a V. Dostál. 1. české vydání. Praha : Státní nakladatelství v Praze, 1954. str. 232.
16. **Douglas, J. Rhee, a další.** *Diagnostika a léčba očních chorob v praxi*. [překl.] MUDr. Pavel Diblík, a další. překlad 3. anglického vydání. Praha : Triton s.r.o., Vykáňská 5, 100 00 Praha 10, 2004. 80-7254-536-1.
17. **Rozsival, Pavel.** *Trendy soudobé oftalmologie, 5. svazek*. [editor] Mgr. Jana Havlíčková. 1. vydání. Praha : Galén, Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5, 2008. str. 281. Sv. 5. svazek. 978-80-7262-534-5.
18. **Kvapilíková, Květa.** *Vyšetřování oka*. 1. vydání. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Vinařská 6, 656 02 Brno, 1995. str. 87.
19. **CSc., MUDr. Hana Krejčová.** *Fyziologie a patologie očních pohybů*. [editor] Jarmila Krivaničová. vydání 1. Praha : Avicenum, Malostranské nám. 28, Praha 1, 1973. str. 112.
20. **Rozsival, Pavel.** *Trendy soudobé oftalmologie, 6. svazek*. [editor] Mgr. Jana Havlíčková. 1. vydání. Praha : Galén, Na Bělidle 34, 150 00 Praha 5, 2010. str. 259. Sv. 6. svazek. 978-80-7262- 661-8.
21. **Ruterle, Miloš.** *Přístrojová optika*. 1. vydání. Brno : Institut pro další vzdělávání zdravotnických pracovníků v Brně, Vinařská 6, 656 02 Brno, 2000. str. 189. 80-7013-301-5.
22. **Autrata, Rudolf a Černá, Jana.** *Nauka o zraku*. 1. vydání. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. str. 226. 80-7013-362-7.
23. **CMI, firma.** *návod k použití - Hessův štít*.
24. **Polášek, J.** *Technický sborník oční optiky*. Praha : Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací, 1974.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ARK	anomální retinální korespondence
EF	excentrická fixace
EMG	elektromyografie
ENG	elektronystagmografie
EOG	elektrookulografie
ET	esotropie
JBV	jednoduché binokulární vidění
OD	oculi dexter – pravé oko
OS	oculi sinister – levé oko
pD	prizmatická dioptrie
ZOS	zevní oční svaly
ZZ	zakrývací zkouška

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Tillauxova spirála	9
Obrázek 2: Průběh kraniálních nervů	12
Obrázek 3: Listingova rovina a Fickovy osy pohybu	16
Obrázek 4: Strelbelovo schéma pohybů očí.....	17
Obrázek 5: Binokulární pohyby	20
Obrázek 6: Úhel gama	25
Obrázek 7: Stupnice do troposkopu pro měření úhlu gama; pohled ze strany vyšetřovaného.	26
Obrázek 8: Brückerův prosvěcovací test	27
Obrázek 9: Hirschberova metoda podle polohy rohovkových reflexů	28
Obrázek 10: Zakrývací test k určení heterotropie	30
Obrázek 11: Odkrývací test k detekci heteroforii	31
Obrázek 12: Jednoduché schéma pro záznam motility jednotlivých okohybných svalů.	35
Obrázek 13: Měření dukce na troposkopu	36
Obrázek 15: Konvergometr	37
Obrázek 14: Měření konvergence	37
Obrázek 16: Krimského test u esotropie OD	39
Obrázek 17: Vyšetření objektivního úhlu úchylky na troposkopu	40
Obrázek 18: Určení subjektivního úhlu úchylky na troposkopu	40
Obrázek 19: Vyšetření cyklodeviace pomocí Maddoxova dvojitého prizmatu	41
Obrázek 20: Fenomén hlavy loutky	41
Obrázek 21: Test pasivní dukce	43
Obrázek 22: Aktivní dukční test	44
Obrázek 23: Analýza sakadovaných pohybů	44
Obrázek 24: Vyšetření diplopie světelnou tyčinkou - přehled lokalizačních schémat u monoparéz ZOS z pohledu vyšetřujícího	51
Obrázek 25: Maddoxův kříž	52
Obrázek 26: Vyšetření heteroforie nebo tropie s malou OÚ a NRK na Maddoxově kříži, Maddoxova destička je před pravým okem	54
Obrázek 27: Hessův štít	55

Obrázek 28: Strabismus convergens concomitans	56
Obrázek 29: Strabismus concomitans sursoadduktorius alternans.....	56
Obrázek 30: Strabismus convergens paralytický OD (obrna n. IV. dx.).....	56
Obrázek 31: Insuficience elevace, deprese a addukce OD při hydraulické zlomenině spodiny a mediální stěny očnice	56
Obrázek 32: Lancasterovo plátno	57
Obrázek 33: Normální inervační vzor m. r. int.	60
Obrázek 34: Periferní neurogenní obrna m. r. int.	60
Obrázek 35: EMG záznam únavnosti m. orbicularis oculi u myastenia gravis	61
Obrázek 36: EMG záznam paradoxní inervace u vrozené supranukleární obrny elevace oka	61
Obrázek 37: Princip elektrookulografie.....	62
Obrázek 38: Rozmístění elektrod při elektronystagmografii.....	63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Primární a přidružené funkce okohybných svalů a jejich oblouk kontaktu	17
Tabulka 2: Tabulka k nalezení postiženého vertikálního svalu pomocí Schwartingova testu	47