

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI
KATEDRA OPTIKY

Zraková terapie pro dospělé se zaměřením na přístroj DYNAVISION

Bakalářská práce

VYPRACOVALA:

Zdeňka Pchálková

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Studijní rok 2020/2021

VEDOUcí BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

doc. RNDr. Mgr. František Pluháček, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RDNr. Mgr. Františka Pluháčka, Ph.D. za použití literatury uvedené v závěru mé práce.

V Olomouci 04.05.2021

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji mému vedoucímu práce za podporu mých nápadů a společné hledání nejlepších řešení. Děkuji mé konzultantce Mgr. Pavlíně Prymusové za vlídnou spolupráci. Děkuji také mým blízkým a rodině, kteří mě podporovali. Tato práce vznikla za podpory projektů IGA PrF UP v Olomouci č. IGA_PrF_2020_008 a IGA_PrF_2021_012.

OBSAH

ÚVOD	6
1 PŘEDSTAVENÍ PŘÍSTROJE DYNAVISON	8
1.1 TECHNICKÉ PARAMETRY	8
1.2 ZÁKLADNÍ SCHÉMATA CVIČENÍ	9
1.2.1 Mód A	9
1.2.2 Mód B.....	10
1.2.3 Mód C.....	11
1.2.4 Reakční program	12
1.2.5 Možnost „Flash“ problesknutí.....	13
1.3 DALŠÍ MOŽNOSTI.....	14
1.3.1 Sestavování jednotlivých programů	15
1.3.2 Grafická znázornění úspěšnosti.....	15
2 ZRAKOVÝ TRÉNINK SPORTOVců A ŘIDIČů	16
2.1 ÚLOHA ZRAKU VE SPORTU A PŘI ŘÍZENÍ.....	16
2.2 ZRAKOVÁ TERAPIE A ZLEPŠOVÁNÍ VIDĚNÍ PRO SPORTOVCE.....	17
2.2.1 Dynamická zraková ostrost	19
2.2.2 Akomodační a vergenční facilita	19
2.2.3 Oční pohyby	20
2.2.4 Rychlost a přesnost vnímání hloubky	21
2.2.5 Rychlost rozhodování.....	22
2.2.6 Vizually motorická odpověď	22
2.2.7 Periferní vidění.....	23
2.3 TRÉNINK S PŘÍSTROJEM DYNAVISON	24
2.3.1 Uplatněné tréninkové módy	24
2.3.2 Přidaná cvičení	25
3 REHABILITACE ZRAKU PO ZÍSKANÉM PORANĚNÍ MOZKU	27
3.1 ZÍSKANÉ PORANĚNÍ MOZKU A JEHO MOŽNÉ NÁSLEDKY V OBLASTI VIDĚNÍ	27
3.1.1 Traumatické poranění mozku.....	27
3.1.2 Cévní mozková příhoda	28
3.1.3 Typické symptomy problémů s viděním související se získaným poraněním mozku.....	28
3.2 MOŽNÉ PORUCHY VIDĚNÍ SOUVISEJÍCÍ SE ZÍSKANÝM PORANĚNÍM MOZKU A MOŽNOSTI ZRAKOVÉ TERAPIE.....	29
3.2.1 Faktory ovlivňující prognózu pro zrakovou terapii po získaném poranění mozku	30
3.2.2 Kognitivní funkce.....	30
3.2.3 Binokulární vidění.....	31
3.2.4 Akomodace	32
3.2.5 Oční motilita.....	33
3.2.6 Deficit zorného pole	36
3.3 REHABILITAČNÍ PROGRAMY S PŘÍSTROJEM DYNAVISON.....	36
3.3.1 Módy uplatněné při rehabilitaci	Chyba! Záložka není definována.
3.3.2 Přidaná cvičení	38
3.3.3 Kazuistika.....	39

ZDROJE	43
---------------------	-----------

ÚVOD

Zraková terapie pro dospělé je kontroverzní otázka. Vrozené nebo v raném dětství získané poruchy vidění lze eliminovat v omezeném čase. Uvádí se, že terapie má smysl asi do dvanáctého roku života [11]. Napravovat vrozené problémy v dospělosti tedy nelze a pacienti jsou s tímto faktem obeznámeni. Existují však dva případy, kdy je ke zrakové terapii přeci jen přistupováno i přes vyšší věk pacientů. První skupinou jsou sportovci, kteří chtějí zrakovou terapií maximalizovat své schopnosti, např. schopnost přesně určit vzdálenost terče. Do této skupiny spadají také řidiči, resp. sportovní řidiči a řidiči pracující v extrémních podmínkách (řidič hasičského či policejního vozu apod.). Druhou skupinou jsou osoby, jež utrpěly poranění mozku (úraz, cévní mozková příhoda), jehož následkem je porucha vidění. Zde je cílem zrakové terapie kompenzovat nově vzniklý problém tak, aby následky zranění pacienta co nejméně omezovaly v dalším životě, například v oblasti řízení automobilu.

Má práce se zaměřuje na problematiku zrakové terapie dospělých ve výše zmíněných oblastech. V obou případech, tedy jak u sportovců, tak u lidí se získaným poraněním mozku, lze při zrakové terapii využít přístroj DYNAVISON (nazýván také D2™), který byl pro tyto účely navrhnut. Cílem mé práce je poskytnout ucelené shrnutí zrakové terapie pro výše zmiňované skupiny dospělých a v přímé návaznosti na toto shrnutí představit přístroj DYNAVISON spolu s možnostmi zrakové terapie, kterou nabízí těmto dvěma skupinám. Chtěla bych také informovat zejména osoby se získaným poraněním mozku o možnostech zlepšení jejich potíží ve zrakovém systému, a tím těmto osobám pomoci zvýšit kvalitu jejich života.

První kapitola obsahuje stručné představení přístroje DYNAVISON, včetně technických parametrů, jednotlivých cvičebních módů a dalších možností přístroje, jako je např. grafické znázornění výsledků. Druhá kapitola je věnována sportovcům a řidičům, kdy jsou stručně popsány jednotlivé oblasti vidění, ve kterých bývají kladeny nároky na zlepšení. Tyto oblasti jsou obohaceny o návrhy zrakové terapie nejprve bez přístroje DYNAVISON, a poté je rozvedeno využití jednotlivých módů přístroje v přímé návaznosti na požadavky terapie. V poslední kapitole se pak zabývám osobami se získaným poraněním mozku. Nejprve je opět uveden stručný přehled možných poruch zrakového ústrojí s příklady zrakové terapie, kterou lze v takových případech využít. Poté je pozornost obrácena opět ke zrakové terapii v těchto oblastech

s přístrojem DYNAVISON. Tato kapitola je obohacena o kazuistiku anonymního pacienta po cévní mozkové příhodě.

1 PŘEDSTAVENÍ PŘÍSTROJE DYNAVISON

DYNAVISON je přístroj, který byl navrhnut pro vyhodnocování a trénink funkcí vidění, kognitivních a motorických funkcí pro všechny věkové kategorie a pro pacienty v různé kondici. Při rehabilitaci je přístroj DYNAVISON (označován také D2™) používán k řešení deficitů v oblasti vizuální, kognitivní a motorické, včetně vizuálního motorického reakčního času, periferního vizuálního vědomí, výkonných funkcí, aktivního rozsahu pohybu a dynamické rovnováhy. Toto zaměření odpovídá rehabilitaci po získaném poranění mozku, kdy je cílem nejen stimulace sítnice, ale i celkové zlepšení kognitivních a senzomotorických schopností, které jsou úrazem negativně ovlivněny. [1]

DYNAVISON slouží také jako sportovní tréninkový nástroj. Pomáhá sportovcům zlepšit jejich reakční čas, vizuální vědomí a koordinaci oko-ruka/ruka-oko. Cílem tréninku vrcholových sportovců za pomoci neurokognitivního rehabilitačního zařízení je zlepšení periferního vnímání a vědomí, reakční doby, koordinace ruka-oko, rovnováhy, schopnosti kognitivního zpracování, neurokognitivní schopnosti, hrubé motoriky a funkční mobility. Tyto programy slouží převážně pro zlepšení schopností sportovců a řidičů. [1]

Přístroj DYNAVISON je možné využít také pro děti. Tato práce je však zaměřena na zrakovou terapii dospělých. Z toho důvodu jsou specifika související s cvičením s dětmi vynechána. [2]

1.1 Technické parametry

DYNAVISON tvoří čtvercová deska o rozměrech 1,2 x 1,2 metrů. Na této desce je rozloženo šedesát čtyři tlačítek v pěti postupně se zvětšujících soustředných kruzích. Tlačítka svítí červeně a zeleně a lze je stisknout. Přibližně ve středu desky se nachází okénko pro fixaci, okénko však není ve středu kružnic. Celá tato deska je výškově nastavitelná od 1,6 do 2,5 metrů. Hmotnost přístroje je 57,6 kilogramů. Ovládání tohoto přístroje je zprostředkováno počítačem, případně notebookem či tabletem, kde je možno volit jednotlivé parametry cvičení, jako jsou například doba trvání rozsvícení jednotlivých tlačítek, barva tlačítek, frekvence, a další (popsáno níže). Přístroj je nutno instalovat do místnosti s kontrolovatelným osvětlením, protože je třeba, aby bylo při tréninku celkové osvětlení nízké, je tedy vhodné použití zatemnění okna (rolety, závěsy, žaluzie). Přístroj je konstruován tak, aby ho bylo možno instalovat ke zdi z různých

materiálů, jako je sádkartón, zdivo, dřevo. Příklad je certifikován podle UL Standard 60601-1 a CSA Standard C22.2 no #. 601. [1]



Obrázek 1 – DYNAVISON [1]

1.2 Základní schémata cvičení

Vzhledem ke dvojí specializaci přístroje DYNAVISON, kterou je rehabilitace a trénink, lze využít několika módů. Jednotlivé módy jsou konstruovány tak, aby je bylo možno upravit dle požadavků daného pacienta. Příklad zároveň obsahuje módy, které umožňují u nového pacienta zjistit, jaké jsou jeho momentální schopnosti a nastavit mu pro cvičení odpovídající náročnost. [3]

1.2.1 Mód A

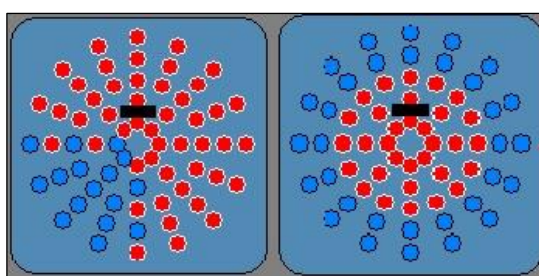
Mód A je tzv. reaktivní mód. V tomto módu se na desce přístroje náhodně rozsvěčují červená tlačítka. Pacient je postaven před desku přístroje a je požádán, aby zmáčknutím rozsvíceného tlačítka tlačítko deaktivoval a to v co nejkratším možném čase. Jakmile zmáčkne dané tlačítko, rozsvítí se jiné tlačítko a pacient pokračuje, dokud nedokončí celé kolo. [3]

Cílem tohoto testu je odhalit, jak rychle dokáže pacient reagovat na podněty, tedy jak dlouho od rozsvícení tlačítka trvá, než jej pacient deaktivuje. Po absolvování celého jednoho kola je výsledkem pacientův průměrný reaktivní čas. [3]

Pacient zaujme pozici a zmáčkne červené tlačítko, čímž zahájí kolo. Na obrazovce uvnitř v kružnicích se objeví odpočítávání od pěti do nuly. Toto odpočítávání, stejně jako pozici rozsvícených tlačítek, vidí terapeut na obrazovce svého tabletu či počítače. Když odpočítávání dojde k nule, je kolo zahájeno. Pacient mačká tlačítka vždy po jejich objevení tak rychle, jak je to možné. V tomto pokračuje, dokud nezazní signální tón přístroje, ohlašující, že kolo skončilo. Terapeut na své obrazovce vidí čas, zbývající do konce kola. Může také kolo kdykoliv přerušit resp. ukončit, žádá-li si to situace. Hned

po ukončení kola má terapeut na své obrazovce k dispozici výsledky, tedy především průměrný reakční čas. [3]

V možnostech módu je upravovat dobu trvání jednoho kola/testu, a to od 30 sekund nahoru. Dá se kombinovat s možností „flash“ problesknutí, která je popsána níže (odstavec 1.2.5). Další možností je také volba, která tlačítka z tabule budou během cvičení vybrána. Je možno vybrat a kombinovat různé kvadranty, např. použít pouze horní polovinu tabule, nebo pravou polovinu tabule, dolní levý kvadrant. Lze také vybrat jakoukoliv kombinaci kruhů z pěti kruhů tabule, např. vynechat vnější kruh, použít jen prostřední tři kružnice, atd. [3]



Obrázek 2 - Možnost výběru kvadrantu (vlevo), možnost výběru kružnice (vpravo) [3]

1.2.2 Mód B

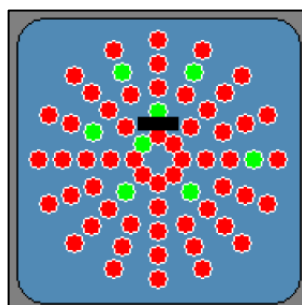
Mód B je tzv. proaktivní mód. Tlačítko je rozsvěcováno jen po omezenou dobu, po jejímž uplynutí se deaktivuje samo a rozsvítí se jiné tlačítko s náhodnou lokací. Deaktivace tlačítka tedy není závislá na pacientovi. V tomto módu se mohou tlačítka rozsvítit buď červenou nebo zelenou barvou, toto je generováno náhodně. Pacient je stejně jako u předešlého módu vyzván, aby se snažil co nejrychleji stisknout rozsvěčující se tlačítka, což opět provádí, dokud neskončí kolo. [3]

Cílem toho módu je přimět pacienta, aby stiskl tlačítko dříve, než je samo deaktivováno a porovnat, jak je v tomto úkolu úspěšný při různých dobách trvání rozsvícení jednotlivých tlačítek. Po absolvování kola je výsledkem pacientova úspěšnost, vyjádřena v poměru rozsvícených tlačítek a tlačítek, která stihl pacient stisknout, než byla přístrojem deaktivována. [3]

Mód B umožňuje vybrat dobu, po kterou budou v rámci jednotlivých testů rozsvícena tlačítka, resp. časový interval od rozsvícení jednoho tlačítka do jeho zhasnutí a zároveň rozsvícení druhého tlačítka. Tento interval je omezený, maximální doba trvání tohoto intervalu je 5 sekund, minimální doba trvání intervalu, která je na přístroji

DYNAVISION používána, je 0,2 sekundy. Lze jej prodlužovat nebo zkracovat buď vybráním kratšího intervalu, nebo nastavením kroku 0,01 sekundy mezi jednotlivými koly. Délka trvání intervalu je odvozována od pacientových schopností. Omezený čas trvání rozsvícení tlačítka uvádí pacienta do stresu. Toto umožňuje sledovat, jak zvýšení stresu, způsobené zkrácením intervalu, ovlivňuje fyzický výkon pacienta. Střídání červené a zelené barvy tlačítka lze kreativně využívat při cvičení, např. pacient mačká červená tlačítka levou rukou a zelená pravou, atd. Využití dvoubarevnosti tlačítek je popsáno níže v odstavcích 2.3.2 a 3.3.2. [3]

Mód B lze stejně jako mód A kombinovat s možností „flash“ probliknutí (viz odstavec 1.2.5), včetně doby trvání zobrazení znaků. Lze určit pracovní prostor, tedy jednotlivých kol, atd. [3]



Obrázek 3 - Příklad rozsvícení červených a zelených světél v rámci módu B [3]

1.2.3 Mód C

Mód C se od předchozích dvou výrazně liší. Rozsvícení tlačítek zde není generováno náhodně. Světlo konstantní přednastavenou rychlostí obíhá vnější kruh, resp. tlačítka vnějšího kruhu jsou rozsvěcována a zhasínána, aby byl navozen dojem pohybu světla. Pacient tlačítka nemačká, jen sleduje světlo. [3]

Cílem módu C je procvičit a posílit pacientovy oko-hybné svaly a tím snížit pravděpodobnost únavy očí pacienta. Pacient nijak neinteraguje s přístrojem, nejsou zde tedy generovány žádné výsledky. Úkolem terapeuta je sledovat pacientovy oční pohyby a vhodně je interpretovat a zapsat do pacientovy karty. [3]

Pacient je instruován, aby se postavil přibližně dva metry od tabule a sledoval rozsvěčující se tlačítka, aniž by pohyboval hlavou. V tomto módu je využita jen jedna barva tlačítek, která svítí pouze červeně. Světlo obíhá vnější kruh, pacient jej bez pohybu hlavy sleduje. Světlo mění směr svého pohybu každých patnáct sekund. Toto pomáhá posilovat pacientovy oční svaly, které zodpovídají za sledovací pohyby očí. [3]

Dle pacientových schopností je možno zkrátit pracovní vzdálenost od tabule (může se postavit blíže) a jinak pracovat s pozicí pacienta vzhledem k tabuli přístroje, což je rozvedeno v odstavci 2.3.2. Dále je možno upravit rychlost, kterou světlo obíhá kružnici resp. dobu trvání rozsvícení jednoho tlačítka, a to od 5 sekund do 0,2 sekund s možností kroku mezi jednotlivými koly 0,01 sekundy, stejně jako v módu B. Doporučená doba trvání rozsvícení jednoho tlačítka je 1 sekunda a méně. Opět lze také nastavit dobu trvání jednoho kola od 30 sekund výše. [3]

1.2.4 Reakční program

Reakční program je navržen pro základní měření reakčního času. Není přímou součástí terapie, proto se v několika ohledech liší. Pacient vždy drží tlačítka, dokud se neobjeví nové. Když se objeví nové světlo, musí pacient nejprve pustit tlačítka, které drží, a až poté může zmáčknout tlačítka, které se objevilo. Dalším rozdílem je, že se tento program skládá z šesti dílčích testů. [3]

Cílem tohoto programu je získat data o pacientových schopnostech, která je možno porovnávat v čase a sledovat tak pacientův progres vzhledem k prvnímu měření reakčního času. Proto je tento program používán před zahájením jakýchkoliv cvičení s přístrojem DYNAVISION. Výsledkem reakčního programu jsou dva časy, jeden se nazývá „Vizuální reakční čas“, druhý „Motorický reakční čas“. Vizuální reakční čas je doba, kterou pacient potřebuje k identifikaci cíle a zahájení reakce. Motorický reakční čas je doba fyzické reakce (od zahájení reakčního pohybu po jeho ukončení). Motorický reakční čas se pohybuje v řádech setin sekundy. Součtem vizuálního reakčního času a motorického reakčního času je celková fyzická reakce. [3]

Po zvolení tohoto testu terapeutem se na tabuli objeví dvě tlačítka, červené a zelené. Stiskem červeného tlačítka je zahájen test, stiskem zeleného tlačítka je přikročeno k dalšímu testu. Reakční program se skládá celkem ze šesti testů, tři pro pravou a tři pro levou ruku. Jednotlivé testy jsou nastaveny tak, aby se vždy pravá ruka pohybovala doleva a levá ruka doprava. Každý jednotlivý test je prováděn vždy jen jednou rukou. Test tedy začíná stisknutím červeného tlačítka, které se objeví v pravé nebo levé polovině tabule. Strana tabule, na které se světýlko objeví, pacientovi signalizuje, kterou rukou bude tento dílčí test provádět. Na tabuli se rozsvítí řada světel a pacient se postaví tak, aby byl naproti této řadě. Jedno ze čtyř rozsvícených světel se v průběhu pěti sekund náhodně přemístí. Úkolem pacienta je co nejrychleji přemístit

ruku z původní pozice světla do nové. Test je vždy možno opakovat, kolikrát je třeba, reakční program není časově omezen. Jakmile je pacient připraven postoupit k dalšímu testu, jednoduše zmáčkne zelené tlačítko. Testy lze také zmáčknutím zeleného tlačítka přeskočit. Po ukončení celého reakčního programu se ozve zvukový signál, a na obrazovce se objeví výsledky, které je pak možno porovnávat s předchozími. [3]

Reakční program nelze kombinovat s žádnými dalšími módy ani programy. Souvisí to s účelem programu, který byl zmíněn výše. Tento program je používán před zahájením jakékoliv terapie na přístroji DYNAVISION. V průběhu terapie jej pak pacient opakovaně podstupuje, aby bylo možno sledovat jeho progres. U sportovců je vhodné absolvovat reakční program během každého tréninku na přístroji. U pacientů se získaným poraněním mozku není nutná tak častá frekvence, stačí program absolvovat např. jedenkrát za měsíc. Souvisí to s obvyklou délkou terapie těchto pacientů, která se pohybuje v řádu let. [3]

1.2.5 Možnost „Flash“ problesknutí

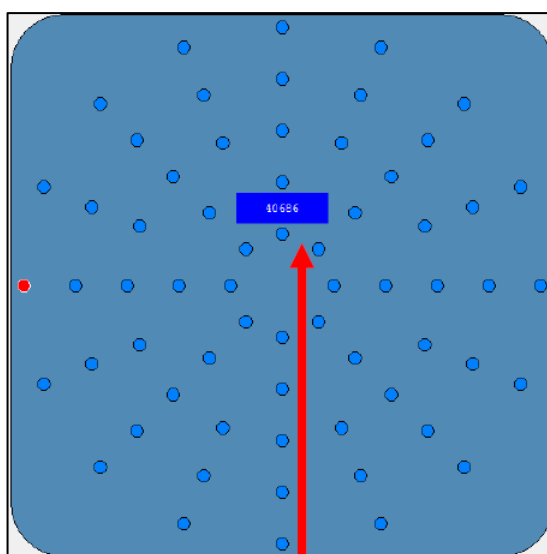
Toto nastavení se používá v kombinaci s módem A a B. Na malé obrazovce, která se nachází nad středovou kružnicí přístroje, jsou promítány čísla, písmena, nebo kombinace obojího, přičemž je možno zvolit, zda se nezobrazí nic, nebo se zobrazí jeden až sedm znaků. Tyto znaky se vždy objeví jen na velmi krátkou dobu. Zařízení, které vystavuje oko takovému podnětu (tj. podnětu který stimuluje sítnici po velmi krátkou dobu) se nazývá obecně tachistoskop a je mu věnována větší pozornost v odstavci 2.2.6. [3]

Cílem tohoto nastavení je přimět pacienta k fixaci a akomodaci obrazovky, ke vnímání světýlek periferií zorného pole a k provádění více činností současně. Terapeut zaznamenává, zda se pacientovi daří přečíst všechny znaky na obrazovce správně, resp. zda se dopustil chyby a popř. kolika chyb. [3]

Znaky se objevují v průběhu cvičení v jednotlivých módech resp. módech A a B. Pacient má za úkol obsah obrazovky přesně a bez chyby přečíst, zatímco dále mačká rozsvěčující se tlačítka. Toto nutí pacienta fixovat a akomodovat svůj pohled na obrazovku a současně vnímat blikající tlačítka za pomoci periferního vidění. Doba, po kterou znaky setrvávají na obrazovce, je nastavitelná, a to od 1,0 sekundy do 0,1 sekundy. Vyšší náročnost cvičení znamená kratší dobu zobrazení znaků na obrazovce. Znaky se objevují každých šest vteřin, a zatímco pacientovi se ukážou po výše

zmíněnou velmi krátkou dobu, terapeutovi zůstávají na obrazovce celých šest vteřin, takže stihne zkontrolovat a zaznamenat pacientovu úspěšnost. [3]

Možnosti zobrazení na obrazovce jsou následující: číslice, písmena a slova (možnost navolit 1 – 10 znaků). Dále jsou to pak slova, ve kterých chybí nějaké písmeno, pacient musí zapojit kognitivní funkci, aby slovo dokončil. Může také počítat příklady, matematické rovnice až se třemi výpočty. Další možností je běžící text, na který se pacient soustředí. Znaky mohou být také tvary a předměty. Všechny tyto variace lze libovolně kombinovat a sestavit tak program pro daného jedince. Lze tedy nastavit dobu trvání zobrazování znaků, velikost, typ a počet znaků. [3]



Obrázek 4 - Obrazovka se znaky pro možnost "flash" problesknutí (viz šipka) [3]

1.3 Další možnosti

Vzhledem k tomu, že DYNAVISON umožňuje tvořit databázi pacientů, je nutné, aby byl přístup do dat v přístroji chráněn heslem. Dále se terapeutovi na jeho zařízení zobrazuje v reálném čase umístění rozsvícených tlačítek, takže může kontrolovat pacienta, může například stát s obrazovkou naproti němu a zároveň kontrolovat průběh cvičení i pohyby očí a hlavy pacienta. K dispozici je také diagnostický mód, který umožňuje prověřit funkčnost tabule, slouží např. k ověření rozsvícení tlačítek (že se nepokazila žádná dioda a že svítí všechny) nebo funkčnosti stlačování tlačítek, tedy reakce schopnost jednotlivých tlačítek. Nastavitelná výška umožňuje také práci s dětmi či s pacienty s omezenou pohyblivostí, kteří během cvičení potřebují sedět na židli, nebo jsou na vozíčku. Přístroj DYNAVISON disponuje také schopnostmi sestavování jednotlivých programů a grafického znázorňování. [3]

1.3.1 Sestavování jednotlivých programů

Každému novému pacientu lze vytvořit jeho vlastní kartu se jménem a dalšími elementárními informacemi. Každou takovou kartu je možno chránit heslem. Do karty se mohou psát i různé poznámky, např. pozorování daného pacienta, speciální podmínky jako třeba invalidní vozík atd. Tyto karty lze také smazat. [3]

Je-li pacient zaveden v systému, je možno sestavovat mu jeho originální cvičební program. Dle potřeby jsou zvoleny jednotlivé módy a jejich variace např. za použití možnosti „flash“ problesknutí, jsou nastaveny podmínky reaktivního programu, (např. délka intervalu rozsvícení tlačítek), kvadranty, ve kterých bude cvičení realizováno aj. [3]

Dále pak přístroj DYNAVISION umožňuje sestavit samostatné programy bez příslušnosti ke konkrétnímu pacientovi. Tyto programy pak mohou vycházet z praxe, může dojít např. k zařazení optimální kombinace několika vstupních testů, která je pro terapeuta osvědčena, takže pak není nutno u každého pacienta znovu sestavovat tuto kombinaci k zahájení tréninku. Tyto programy lze pojmenovávat, ukládat a odstraňovat. [3]

1.3.2 Grafická znázornění úspěšnosti

Výsledky jsou zobrazovány formou tabulek, ve kterých je zapsán nejdelší a nejkratší reaktivní čas, průměr a medián reaktivního času daného cvičení. Je možno prohlédnout si zvlášť výsledky získané v jednotlivých kvadrantech či kružnicích na testové tabuli včetně úspěšnosti dané poměrem správně stisknutých tlačítek a celkem rozsvícených tlačítek. Dílčí výsledky cvičení je možno zobrazit v úsecích po 15 sekundách, což je přínosné zejména pro sportovce. Při použití módu, kdy jsou rozsvěcována červená i zelená tlačítka, jsou výsledky zobrazeny pro každou barvu zvlášť. To umožňuje např. odlišení reakčního času pro pravou a levou ruku zvlášť. [3]

Pacientovi lze jeho výsledky ukázat přímo na obrazovce, nebo mu je vytisknout. Všechny výsledky jsou ukládány do pacientovy karty, takže lze otevírat i starší výsledky a porovnávat je s novými. Lze takto sledovat pacientův progres a případně ho motivovat zlepšujícími se výsledky. [3]

2 ZRAKOVÝ TRÉNINK SPORTOVců A ŘIDIČŮ

Zrakem získáváme téměř 90% informací o svém okolí. Je to důležitý smysl pro kognitivní zručnost, tedy pro situace, které vyžadují rychlou reakci a správné rozhodnutí. Sport a řízení motorového vozidla dané jedince takovýmito situacím vystavuje v podstatě stále, proto je zde kladen velký důraz na perfektní zrak sportovce či řidiče. V mnoha státech Evropy i celého světa jsou součástí legislativy daného státu různá kritéria přesně vymezující, jaké zrakové schopnosti musí daný jedinec mít, usiluje-li o řidičský průkaz. Hlavním kritériem bývá zraková ostrost. Dílčích zrakových funkcí, které výrazně ovlivňují řidičovo vidění, je však mnohem více. To samé lze říci i o sportu. I drobný nedostatek či patologie může být nežádoucí. Nedostatky ve zrakovém systému však nemusejí být jediným důvodem, proč k tréninku přistoupit. Rychlé a správné zpracování vizuálních informací je totiž klíčové pro co nejkratší reakční dobu. Proto je zejména ve skupině sportovců přístupováno ke zrakovému tréninku i v případě, kdy daný jedinec žádné nedostatky ve zrakovém systému nemá. [4,5,6,7]

2.1 Úloha zraku ve sportu a při řízení

Jak bylo zmíněno v předchozím odstavci, na zrakové schopnosti sportovce jsou kladeny vysoké požadavky. V mnoha disciplínách je vysoce žádoucí dobrý v'izus, zejména v těch disciplínách, jejichž součástí je st'elba do terče. Dobrá orientace v prostoru stejně jako dobré periferní vidění je klíčovou schopností mj. v týmových sportech a v různých hrách, jako je například basketbal nebo hokej. Zrak se podílí na kontrole pohybů. Spolupráce očí se statokinetickým orgánem z velké části zajišťuje sportovcovo uvědomování si polohy těla, je tedy důležitá pro dobrou koordinaci pohybů. Ve sportech, jako je například tenis, je požadován co nejkratší čas svalové odpovědi na vizuální podnět. Zařazení senzomotorických cvičení do programu sportovce, tedy například kombinace vizuálního podnětu a úkolu s balančními požadavky, může být použito jako prevence proti pádům a zraněním v průběhu sportovního úkonu. [4,5,8]

Řízení auta je taktéž činnost, při které je dobré vidění velmi žádoucí schopností. Je to dokonce důležitější než u sportovců, protože dopravní nehoda může vést až ke ztrátám na životech. Zrakových funkcí, které je potřeba mít v dobré kondici, je překvapivě mnoho. V první řadě je to zraková ostrost, tedy v'izus. Dále to také musí být dobrá kontrastní citlivost a schopnost vidět za šera. Šíře zorného pole hraje také

podstatnou roli pro řidiče při získávání informací o jejich okolí [9]. Zatím byl kladen důraz především na centrální zorné pole, avšak nyní jsou výrazné snahy začlenit do testu způsobilosti k řízení také testy zaměřené na periferní vidění. Wolfe et al. ve svém článku tvrdí, že podíl periferního vidění na získávání informací z řidičova okolí je podstatně větší, než bylo původně obecně myšleno [10]. Důležitá je také nepatologická motilita očí a schopnost fúze (spojení obrazů obou očí do jednoho obrazu). Vzhledem k dopravním značkám a světelným signálům by také řidič neměl mít žádnou výraznou poruchu barvocitu. Problémy může činit také nedostatečně pružná akomodace, což se projeví zejména při střídání pohledu do dálky na vozovku a do blízka na palubní desku. Vzhledem k rychlosti, kterou se dopravní prostředky pohybují, je opět nutný co nejkratší reakční čas na vizuální podněty. Vstoupí-li někdo nečekaně do vozovky, průměrný řidič je schopen zareagovat a šlápnout na brzdu během půl vteřiny. Během tohoto času při rychlosti vozidla 50 km/hod ještě vozidlo ujede 6,9 m, při rychlosti 100 km/hod ujede 13,8 m. [5,9,10]

2.2 Zraková terapie a zlepšování vidění pro sportovce

Jak vyplývá z úvodu kapitoly, nároky kladené na sportovce a řidiče v oblasti zraku a rychlosti rozhodovacích a motorických složek reakce, jsou velmi podobné. V praxi je však mnohem častější trénink sportovců, než řidičů, což je dáno pravděpodobně medializací a popularitou vrcholových sportovců, oproti řidičům. Cvičení, která jsou dále uvedena, jsou čerpána ze sportovní literatury, týkají se však přiměřeně také řidičů, zejména sportovních řidičů a řidičů vozů záchranné služby, policie, hasičů a vojáků, tedy takových řidičů, kdy jsou maximální požadavky na rychlost a současně bezpečnost jízdy. V následujícím textu se tedy počítá s tím, že všechny zmíněné postupy lze aplikovat jak na sportovce, tak na řidiče, a nebude to již dále zdůrazňováno. Osoba, podstupující takovýto trénink, bude dále označována jako sportovec a je počítáno s tím, že touto osobou může být i řidič.

Cílem tréninku je zlepšit rychlost a efektivitu rozhodovacích mechanismů. Tyto mechanismy mají na sportovce následující požadavky: musí vědět, kde se cíl nachází a dokázat na něj zaměřit svou pozornost, vybrat nejlepší informaci z těch, které jsou k dispozici, utřídit a interpretovat informace odpovídajícím způsobem, který je založený na zkušenostech a vzpomínkách na podobné situace a informace, a vybrat nejpřesnější odpověď s ohledem na očekávaný plán akce. Mnoho sportů vyžaduje překlad vizuálních

informací do motorické odpovědi. Taková cvičení, která poskytují zpětnou vazbu obsahující odpověď oko-ruka, oko-noha, oko-tělo, a rovnováhy, může sportovci pomoci vylepšit rychlost, efektivitu a automaticnost vizuálně-motorické odpovědi. Schopnost vhodně modulovat pozornost a často rozdělit pozornost mezi více podnětů, je další cennou funkcí rozhodovacího mechanismu v modelu zpracování informací. Mnoho zrakových cvičení poskytuje příležitost pro zpětnou vazbu, aby si sportovec usnadnil rozsah a řízení vizuální pozornosti (zaměření zraku). Trénink však nemusí být nutně zaměřen jen na zlepšování sportovcových schopností. Může k němu být přistoupeno i v případě, že má sportovec nějaký problém ve zrakovém systému. Jedná se o drobné potíže, které většinou není třeba řešit, avšak vzhledem k vysokým požadavkům, které jsou na zrakový systém sportovce kladeny, je nutné tyto drobné nedostatky eliminovat. [4,5]

Obecné zásady pro sestavení individuálního tréninkového plánu

Cvičení je nutno sestavovat individuálně podle klientových požadavků, resp. požadavků na klienta a podle jeho schopností či nedostatků/vad. Je to dáno tím, že každá sportovní aktivita má odlišné požadavky na klientovo vidění, a také schopnostmi klienta. Pro účely cvičení, která se zaměřují pouze na sportovcův zrak, je žádoucí izolovat zrakové dovednosti od ostatních, resp. provádět cvičení tak, aby byly stimulovány zrakové funkce. Většinou tedy během takového tréninku nejsou používány končetiny. Jedná se zejména o trénink dynamické zrakové ostrosti, akomodační a vergenční facility, očních pohybů a rychlosti a přesnosti vnímání hloubky, těmto metodám jsou věnovány odstavce 2.2.1 – 2.2.4. Většina takovýchto cvičení vyžaduje vzdálenost větší než tři metry. Některé sporty požadují zautomatizování schopnosti vizuální odpovědi na cíl. Množství sportů také pracuje s pohyblivým cílem, nebo je vůči cíli v pohybu sportovec. Zautomatizování vizuální odpovědi na cíl je tedy dosaženo mj. neustálým obměňováním tréninku, v rámci zachování cíle tréninku (je měněno to, co může být změněno, aniž by cíl cvičení zůstal změněn). Tyto změny mohou být například přidání balanční podložky, úkoly s požadavkem na sluchový aparát, stoupající zátěž kognitivního zpracování (u přístroje DYNAVISION např. možnost „flash“ problesknutí, která vyvolává mj. nutnost soustředit se na více věcí najednou), odolávání rozptýlení. Dále jsou používána taková cvičení, která se zaměřují na zlepšení rychlosti a efektivity rozhodovacích mechanismů (což bylo popsáno v úvodu této podkapitoly).

Jedná se o trénink rychlosti rozhodování, vizuálně motorické odpovědi a částečně periferního vidění, na který se zaměřují odstavce 2.2.5 – 2.2.7. [4]

2.2.1 Dynamická zraková ostrost

Většina sportů klade nároky na rozpoznání cíle resp. terče v pohybu, přičemž se pohybuje buď terč, nebo sám sportovec. Dynamickou zrakovou ostrost lze trénovat za pomoci různě improvizovaných cvičení, nebo lze modifikovat cvičení z běžné terapeutické praxe tak, aby byl terč v pohybu. Doporučeny jsou terče, které se pohybují směrem ke sportovci, nebo rotující terče. Pro sportovce, kteří musejí ve velmi krátkém čase fixovat klíčovou vizuální informaci a rozlišit její detaily, je možno použít cvičení s povahou tachistoskopu, kdy je sítnice daného sportovce po velmi krátkou dobu vystavena stimulu, který se v tomto případě může pohybovat. [4,11]

Jako příklad takovýchto cvičení lze použít Rotátor s disky a tabulemi. Na rotující terč (rotátor), který je popsán níže v kapitole 3.2.3, je umístěn optotyp s písmeny nebo obrázky. Úkolem trénovaného je rozpoznat optotypové znaky při rotaci terče, přičemž terč rotuje takovou rychlostí, aby bylo pro sportovce obtížné tento úkol splnit. Jak se zlepšuje sportovcova úroveň, je navyšována rychlost otáčení rotátoru. Cvičení je možno pro větší obtížnost zkombinovat s dalšími vizuálními prvky, např. s degradací obrazu pomocí čoček či filtrů. [4,11]

2.2.2 Akomodační a vergenční facilita

Cvičení v této oblasti jsou zaměřena na zlepšení schopnosti rychle upravit akomodaci a vergenci očí na různou vzdálenost. Pro dosažení tohoto cíle jsou používány dvě strategie. Jednak se jedná o předkládání čoček a prismatic před oči, aby se uměle navozovala a uvolňovala akomodace nebo vergence. Druhou možností je pozorování několika terčů v různých vzdálenostech rozmístěných tak, aby byl klient změnou fixace mezi nimi nucen měnit akomodaci a vergenci. První možnost, tedy předkládání čoček a prismatic před sportovcův zrak, nutí pracovat akomodační a urgenční složky sportovce odděleně, což není žádoucí (během vykonávání sportu musejí tyto dvě složky přesně spolupracovat, nemá tedy smysl trénovat je odděleně). K této metodě se tedy přistupuje zejména u mladých sportovců, kteří si stěžují na astenopické potíže při práci do blízka. Mimo tyto speciální případy je preferována metoda s různě vzdálenými terči. [4,11]

Jako příklad cvičení, která využívají principu různě vzdálených terčů, lze využít tzv. Hart Chart tabule. Detailní popis Hart Chart je uveden v odstavci 2.2.3. Tento test se využívá i pro řešení některých akomodačních poruch, kde je ale preferováno monokulární využití. V případě tréninku sportovců se využívá binokulárně. Cvičení probíhá s jednou malou tabulkou do blízka a větší tabulí do dálky. Vzdálenost sportovce od velké tabule je taková, aby sportovec znaky ještě přečetl, resp. sportovec stojí v takové vzdálenosti od velké tabule, aby znaky na ní byly na hranici sportovcovy zrakové ostrosti. Oproti tomu tabuli do blízka drží sportovec tak blízko, až dojde k rozmazání znaků. V tom bodě je sportovec vyzván, aby písmena zaostřil a obraz vyčistil. Nepodaří-li se mu to do tří sekund, posune si tabulku do blízka o pár centimetrů zpět, aby ji měl zaostřenou. Jakmile se mu to podaří, přeostří na vzdálenější tabuli. Přeostřuje tedy stále z dálky do blízka a naopak, a to tak, aby vždy co nejdříve dosáhl jednoduchého zaostřeného obrazu. Cvičení může být prováděno monokulárně, je-li třeba cvičit každé oko zvlášť. Trénink je také možno obohatit o metronom, klient je vyzván, aby změnil pohled při každém úderu metronomu. Použití metronomu posiluje audio-vizuální spolupráci, zároveň vyvolává ve sportovci stres podobný stresu při podávání výkonu. [4,11]

2.2.3 Oční pohyby

Udržet fixaci rychle se pohybujícího předmětu je v mnoha sportech elementární vlastností, stejně tak schopnost rychle a přesně změnit fixaci z jednoho bodu do jiného. Byla vymyšlena spousta postupů, které by poskytovaly zpětnou vazbu o přesnosti a rychlosti očních pohybů. U mnoha cvičení se jedná o modifikovaná cvičení, která jsou primárně navržena pro děti, které mají problémy v oblasti oční motility. Cílem těchto cvičení je zlepšit a zautomatizovat oční pohyby, aby byla jejich provedení věnována minimální pozornost. Sportovec pak může zaměřit svoji pozornost k dalším aspektům, jež jsou podstatné pro jeho výkon. [4,11]

K nácviku očních pohybů je používán například Marsdenův balón. Marsdenův balón je měkký balón náhodně popsán písmeny v různých velikostech, který je zavěšen na provázku ze stropu. Toto zavěšení musí umožňovat houpání balónku po různých trajektoriích. Klient je vyzván, aby binokulárně fixoval nějaké konkrétní písmeno, zatímco je balónek rozhoupán a vytrvale tak mění svou pozici. Začíná se zpravidla houpáním v rovině kolmo k pohledové ose klienta, takže se nemění „relativní hloubka“,

ve které se balónek pohybuje. Klient stojí rovně a sleduje balónek pouze očima, aniž by pohyboval hlavou. Dalším krokem je rozhoupat balónek tak, aby sledoval trajektorii ve tvaru elipsy, a měnil tak i „relativní hloubku“ ve které se nachází. Trenér by měl sportovci poskytnout zpětnou vazbu o plynulosti jeho pohybů, měl by mu tedy říci, kdy sledovací pohyby přejdou do sakády. Pro větší uvědomění klienta o jeho očních pohybech je možno použít metodu následných obrazů, která je podrobněji popsána v odstavci 3.2.3. Cvičení s Marsdenovým balónem je možno různě obměňovat a obohacovat o prvky, jako je např. balanční podložka. [4,11]

Sakadické pohyby jsou procvičovány opět na testu typu Hart Chart. Tabule Hart chart obsahují písmena rozmístěná do deseti sloupců po deseti řádcích. Písmena jsou všechna stejně veliká a ve stejné vzdálenosti od sebe navzájem. Klient je postaven do vzdálenosti 3 metry od tabule a dále, oproti normálnímu nácviku sakadických pohybů je toto cvičení prováděno binokulárně, klientovi tedy není zakrýváno oko. Klient je vyzván, aby nahlas četl střídavě první písmeno prvního sloupce, první písmeno posledního sloupce, druhé písmeno prvního sloupce, druhé písmeno posledního sloupce, atd., dokud nepřečte poslední písmena obou zmíněných sloupců. Poté klient čte z vnitřních sloupců 2 a 9, dále 3. a 8. sloupec, 4. – 7., 5. – 6. Je možno také využít dvou tabulí, přidat metronom nebo balanční podložku, nebo filtry zhoršit kontrast znaků, zkomplikovat cvičení optotypem s šipkami (klient čte směry šipek a přitom je kopíruje tělem nebo naznačuje končetinami), otázkami simulovat rušné prostředí, atd. [4,11]

2.2.4 Rychlost a přesnost vnímání hloubky

Toto je u mnoha sportů důležité zejména k vnímání umístění cíle v prostoru. Na určení vzdálenosti předmětu se podílejí informace získané z okoohybných svalů – podle míry konvergence či divergence je mozek schopný vzdálenost odhadnout. Posílením vergence a flexibility vergence tedy napomáhají stabilizovat informace o „hloubkovém umístění“ cíle a to i v případě, kdy je sportovec z psychologického hlediska pod tlakem. [4,11]

Využívá se tedy např. metody BrockString. Pomůckou pro toto cvičení je bílé lanko se třemi dřevěnými korálky různé barvy. Samotné cvičení probíhá následovně: Klient si umístí jeden konec provázku k nosu, zatímco druhý konec provázku je někam zafixován, např. připevněn ke stěně nebo uvázan na kliku dveří. Následně je vyzván, aby přeostršoval z jedné kuličky na druhou. Kuličku, na kterou právě ostří, vidí klient

ostře a jednoduše, ostatní kuličky jsou vnímány dvojité a rozmazaně. Provázek pak tvoří mezi kuličkami písmeno X (klient fixuje prostřední korálek), písmeno V (klient fixuje nejbližší obrázek), nebo \wedge (klient fixuje nejvzdálenější obrázek). Provázek se bude klientovi jevit jako vycházející z kuličky nebo procházející kuličkou, na kterou právě fixuje. Klient by po tomto cvičení měl být schopen volní konvergence, také mu to umožňuje uvědomovat si pohledové osy. Teoreticky se tedy na základě informací získaných extraokulárními svaly naučí odhadovat vzdálenost předmětu podle míry konvergence. Cvičení je možno všelijak obměňovat (balanční podložka, kognitivní výzva, atd.). [4,11]

Pokud je třeba přesně mířit na cíl, může mít daný sportovec potíže i s drobnou fixační disparitou, která jiným klientům nečiní žádné potíže. Je tedy nutno zahájit nějaký trénink fúzních rezerv a disparitu tak eliminovat. [4]

2.2.5 Rychlost rozhodování

Rychlé zpracování vizuálních informací je další vlastnost, kterou musí sportovci disponovat, hlavně jedná-li se o sporty, kde je nutný dobrý postřeh. Trénink v této oblasti je mimo rozhodovací rychlosti zaměřen také na schopnost rozhodovat se, když sportovec přijímá najednou veliké množství informací.[4]

Trénink těchto schopností je možný např. s využitím tachistoskopu, který byl stručně nastíněn v odstavci 1.2.5. Oko je ve velice krátké době vystaveno nějakému vjemu resp. stimulu (typicky po dobu 0,02 vteřiny) a klient se má podle těchto stimulů zařadit. Často se využívají číselné stimuly, kdy je klientovi prezentována řada čísel v krátkém čase a jeho úkolem je řadu zopakovat, a to ideálně bez chyby. Existují názory, že čísla nejsou pro sportovce dostatečným podnětem a to zejména z důvodu toho, že je cvičení statické. Proto je možno provádět různé obměny, např. místo řady čísel jsou klientovi promítány šipky, jdoucí různými směry, a úkolem klienta je ukazovat směry šipky končetinami, nebo provést nějaký pohyb ve směru promítnuté šipky. Cílem je dokázat v co nejkratším čase co nejpřesněji reagovat na daný stimul. Cvičení je opět možno obohatit např. o balanční podložku atd. [4]

2.2.6 Vizuálně motorická odpověď

Tedy koordinace oko-ruka, oko-noha, oko-tělo. Dle daného sportu je žádoucí, aby tato koordinace byla co nejrychlejší a nejpřesnější. Toto je něco, co by v žádném

tréninkovém programu nemělo chybět. Cvičení, zaměřená tímto směrem, mají dva hlavní cíle. Primárním cílem je minimalizovat čas od zachycení zrakového stimulu po zahájení reakce. To zahrnuje percepční mechanismus (zachycení stimulu okem) a rozhodovací mechanismus. Ve sportu se souhrn těchto dvou vlastností označuje jako rychlost. Sekundárním cílem je zkrátit čas potřebný k vykonání reakce, tedy čas potřebný k odeslání informace z neuromuskulárního systému do daného svalu. Toto se nazývá efektorovým mechanismem, ve sportu čistá rychlost. Nejlepší je kombinace obou schopností, rychlosti i čisté rychlosti – to daného hráče zvýhodňuje nejvíce. [4]

V této oblasti jsou k tréninku využívána mnohá elektronická zařízení. Jedním z nich je přístroj DYNAVISON, kterému je věnována následující podkapitola. Vedle DYNAVISON je to také např. Wayneův sakadický fixátor nebo SVT. Tyto a ostatní přístroje pracují na podobných principech jako DYNAVISON a je jim věnována pozornost v jiných kapitolách této práce, proto není nutno hlouběji se jimi zde zabývat. Sportovec typicky opakovaně provádí série cvičení tak, aby se postupně zkracoval čas a zlepšovala přesnost výkonu. Terapeut hlídá např. postavení těla a hlavy a pohyby očí. Přístroje však nemusejí být jedinou alternativou pro zlepšení vizuálně motorických reakcí. K tomuto účelu mohou také posloužit některé další sporty, jako je například stolní tenis. [4]

2.2.7 Periferní vidění

Dobré periferní vidění je elementární vlastností zejména v týmových sportech. Umožňuje monitorovat spoluhráče i protihráče. Je důležité pro správné generování sakadických pohybů očí a pro řízení sledovacích pohybů. Cílem těchto cvičení je zlepšit povědomí o celém zorném poli a jeho citlivost, nikoliv rozšíření zorného pole. V případě přístroje DYNAVISON však lze podobné módy použít pro stimulaci sítnice po zraněních. [4]

Jednou možností, jak může být zorné pole trénováno, je použití zařízení, jako je např. Wayneův trenažér periferního povědomí, které používá světelné body pro stimulaci periferie zorného pole. Stejně tak je možno použít přístroje, určené ke zvýšení výkonu ve vizuálně motorické oblasti. Klientovi je dán centrální podnět k fixaci, následně jsou rozsvěcována světla, která se nachází v jeho perimetrii a klient je má za úkol deaktivovat nebo na ně ukázat, aniž by spustil pohled z fixační značky. Existují také různé alternativy, např. s výše popsaným tachistoskopem a laserovým

ukazovátkem. Klient soustředí pohled přímo před sebe na fixační značku. Do prostoru v jeho periferii je promítnut náhodně umístěný bod na velmi krátkou dobu. Klient má za úkol ukázat laserovým ukazovátkem do místa, kde probleskl bod. [4]

2.3 Trénink s přístrojem DYNAVISION

Sportovní trénink za použití přístroje DYNAVISION slouží především ke zlepšování reakčního času a periferního vidění sportovce. Následující text uvede možnosti využití jednotlivých tréninkových módů přístroje při cvičení. Jednotlivé módy jsou popsány v kapitole 1. Aby bylo cvičení v daném módu efektivní, ukazuje se, že je potřeba nejprve trénovanou osobu s daným módem dostatečně seznámit. Wells et al. [12] ve své studii tvrdí, že je nutno pro seznámení zejména s módy A a B absolvovat tři tréninková kola těchto módů. U reakčního programu pak stačí jedno seznamovací kolo. Význam „seznamovacího kola“ je pochopení průběhu testu a tréninku. Teprve po absolvování těchto seznamovacích kol je možno se na výsledky daných módů spolehnout. [12]

Z výše zmíněných oblastí zrakového tréninku sportovců (a řidičů) umožňuje DYNAVISION procvičovat a zlepšovat tyto: oční pohyby, rychlost rozhodování, vizuálně motorickou odpověď a periferní vidění. Kromě toho se lze zaměřit také na správné udržování rovnováhy, což může sportovci pomoci mj. jako prevence proti pádu a následnému zranění. [4,5]

2.3.1 Uplatněné tréninkové módy

Sportovci při svém tréninku uplatní všechny módy. Mód A je využit pro snižování sportovcovy reakční doby na stimul. Toto je trénováno nejčastěji na přístrojích, kromě přístroje DYNAVISION to může být ještě např. Wayneův sakadický fixátor nebo SVT. Mód B klade požadavky i na koordinaci a na rozhodovací složku sportovcovy reakce, protože je sportovec nucen vybírat, kterou rukou zmáčkne rozsvícené tlačítko (jak bylo předestřeno v první kapitole, v tomto módu je možno kombinovat červená a zelená tlačítka). Za současného použití „flash“ problesknutí jsou posilovány i sportovcovy kognitivní dovednosti. Kombinace módu B a „flash“ problesknutí umožňuje mnohem komplexnější trénink sportovcovy rychlosti rozhodování, než trénink na tachistoskopu. Mód C je v případě sportovců používán jak pro trénink motility, tak jako trénink rovnováhy, což je rozvedeno níže v odstavci 2.3.2. Tento mód tedy opět nabízí více

možností, než trénink na rotátoru. Oproti Marsdenovu balónu však neumožňuje využití většího rozsahu „relativní hloubky“ vidění klienta, protože se světlo pohybuje pouze v rovině tabule přístroje, zatímco balón může kroužit v elipsách, takže se přibližuje a oddaluje od sportovce (viz odstavec 2.2.3).

Reakční mód slouží převážně k pozorování sportovcova progresu. Je použit před zahájením cvičení a v průběhu celé terapie jej sportovec opakovaně podstupuje. Výstupy tohoto módu jsou používány pro porovnání zlepšování sportovcových schopností, je tedy pro sportovce dobré absolvovat tento mód při každém setkání s terapeutem.

Možnost „flash“ problesknutí může být vedle posílení kognitivních schopností, jak bylo zmíněno výše, využita také při tréninku periferního vidění. Objevující se znaky plní funkci fixační značky, sportovec tudíž vnímá rozsvěčující se tlačítka periferním viděním, zatímco centrální vidění je soustředěno na malou obrazovku. Opět tedy při současném použití „flash“ problesknutí a nějakého jiného módu dochází ke komplexnímu tréninku více sportovcových schopností najednou. Různé jiné alternativy, jako je například zapojení tachistoskopu nebo Wayneova trenažéru periferního povědomí (viz odstavec 2.2.7) jsou zaměřena pouze na zlepšení periferního vidění sportovce.

2.3.2 Přidaná cvičení

Pro maximalizaci zlepšení rychlosti rozhodování, rychlosti vizuálně motorické odpovědi a schopnosti udržování rovnováhy sportovce jsou k jednotlivým módům přidány pomůcky nebo nějaké úkoly.

Jako pomůcka jsou použity barevné míčky, resp. jeden červený a jeden zelený. Sportovec drží v každé ruce jeden míček a v kombinaci s módem B stiskává tlačítko vždy tou rukou, ve které drží míček stejné barvy. Míčky lze prohazovat, sportovec vymění míčky např. každých deset sekund, nebo vždy, když se na obrazovce „flash“ probliknutí objeví sudé číslo apod.

Pro trénink udržování rovnováhy lze různými cvičeními zvyšovat náročnost módu C. Zatímco světlo „obíhá“ kruh na tabuli přístroje, sportovec je vyzván, aby šel směrem k přístroji a současně sledoval světlo očima. Stejně tak může při sledování světla chodit doprava nebo doleva, nebo může stát na balanční podložce.

Mnoho přidávaných cvičení je korigováno za pomoci možnosti „flash“ problesknutí. Sportovec provádí cvičení na přístroji, např. mačká tlačítka, a současně sleduje obrazovku. Při použití čísel je možno zadat sportovci nějaký úkol pro sudé číslo a jiný pro liché, např. objeví-li se sudé číslo, sportovec se otočí kolem své osy, naopak při přečtení lichého čísla udělá dřep. Na obrazovce se mohou objevovat matematické příklady, které sportovec musí při plnění svého úkolu vypočítat a nahlásit výsledek terapeutovi. Různé obměny lze tvořit i za pomoci písmen, např. na obrazovce se objeví pět písmen a sportovec musí na prostřední písmeno vymyslet nějaké slovo.

Do cvičení s přístrojem DYNAVISION lze zapojit i pohyb dolních končetin. Sportovec může např. vykročit opačnou nohou oproti ruce, která stiskává tlačítka (opět v kombinaci s módem B, při použití pravé ruky sportovec současně vykročí levou nohou a naopak). Je možno také zhasínat tlačítka přímo stisknutím nohou nebo kolenem. V takovém případě se pracuje s rozdělením kvadrantů, kdy sportovec např. mačká tlačítka v pravém horním kvadrantu levou rukou, v levém horním kvadrantu pravou rukou, v pravém dolním kvadrantu levou nohou a v levém dolním kvadrantu pravou nohou.

Všechna tato cvičení lze všelijak kombinovat, obměňovat a zvyšovat jejich náročnost. Vše se odvíjí od typu sportu a také od konkrétních požadavků daného sportovce. Oproti níže zmíněným pórázovým stavům je u sportovců pozorovatelné výrazné a rychlé zlepšení jeho schopností už po třech měsících.

3 REHABILITACE ZRAKU PO ZÍSKANÉM PORANĚNÍ MOZKU

Rehabilitace zraku je další z mála odvětví, kdy se přistupuje ke zrakové terapii i v dospělosti. Účinky zrakové terapie už nejsou tak velké, jako je tomu při cvičení s předškolními dětmi, avšak při náhlé poruše vidění, vyvolané získaným poraněním mozku, je snaha co nejvíce eliminovat následky zranění v oblasti vidění a umožnit pacientovi co nejvyšší kvalitu života. Z předešlé kapitoly může vyplývat, že spolu trénink zraku po získaném poranění mozku a trénink zraku za cílem zlepšení sportovního vidění či řidičských dovedností úzce souvisejí. Právě řízení motorového vozidla je jedna z oblastí, do které pacient po získaném poranění mozku touží být opět navrácen. Je zde však rozdíl oproti terapii sportovních řidičů a řidičů, vykonávajících tuto činnost v extrémních podmínkách (policie, hasiči, apod.). Zatímco sportovní řidiči a řidiči řídicí v extrémních podmínkách zlepšují terapií své schopnosti až k dosažitelnému maximu, řidiči se získaným poraněním mozku se naopak snaží dosáhnout minimálních schopností, které ještě umožňují brát je jako osoby způsobilé k řízení. Neschopnost řídit pacienty se získaným poraněním mozku výrazně omezuje, proto lze říci, že je to výrazná motivace k zahájení rehabilitace zrakových funkcí zrakovou terapií.

3.1 Získané poranění mozku a jeho možné následky v oblasti vidění

Získaná poranění mozku jsou taková poranění mozku, která vzniknou v průběhu života daného jedince, nejedná se tedy o vrozené vady. Tato poranění se dělí do dvou skupin, které se nazývají traumatické poranění mozku a cévní mozková příhoda. [11]

3.1.1 Traumatické poranění mozku

Traumatické poranění mozku vzniká při poranění hlavy, například při dopravní nehodě nebo při pádu z výšky. Takováto poranění mohou vést až ke smrti. Není-li tomu tak, mívají za následek významné poškození individuálních fyzických, kognitivních a psychologických funkcí. Vzhledem k příčinám poranění je zjevné, že s tímto poškozením mozku se lze setkat v každé věkové skupině, od dětí přes adolescenty až k dospělým a seniorům. Nejvíce ohroženou skupinou jsou adolescenti a mladí lidé ve věku od patnácti do dvaceti čtyř let [13]. Jedná se o věk, kdy je ještě lidský mozek poměrně pružný, oproti například seniorům, následky poranění se tedy do jisté míry dají zmírnit vhodnou zrakovou terapií. [11]

3.1.2 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (CMP) je ischemie části mozku, způsobená ucpáním některé mozkové cévy, nebo naopak rupturou některé mozkové cévy a následným krvácením do mozku a útlakem mozkové tkáně. Nejčastějším rizikovým faktorem je ateroskleróza, kdy k ucpání dojde kvůli odtrženému aterosklerotickému plátu. Ucpání může být zaviněno také embolem, tedy krevní sraženinou. Ateroskleróza je onemocnění, vyskytující se převážně u starší skupiny obyvatelstva, přibližně od čtyřiceti let výše. S věkem riziko jejího vzniku narůstá, stejně tak s nezdravým životním stylem, jako je nedostatek pohybu, nadměrný příjem tuku v potravinách, kouření a nadměrné užívání alkoholu. Příčinou ruptury mozkové cévy bývá nejčastěji hypertenze, tedy příliš vysoký krevní tlak. Hypertenze je opět onemocnění spojené s vysokým věkem a nezdravým životním stylem. Cévní mozková příhoda tedy postihuje starší lidi a může vést až ke smrti. Není-li tomu tak, dochází opět k různě rozsáhlým poškozením mozku, podle toho, která céva byla ucpána, či která část mozku byla postižena a utlačena krvácením. Je-li poškozeno vidění, může vzniklé obtíže zmírnit zraková terapie. Její prognóza už je však horší, protože plasticita mozku s věkem klesá. [8,14]

3.1.3 Typické symptomy problémů s viděním související se získaným poraněním mozku

Potíže s akomodací, s oční motilitou či s binokulárním viděním se nutně projeví v různých oblastech lidského života, jako je například čtení nebo práce do blízka. Projevy jako unavené oči, bolesti hlavy, rozmazané nebo dvojitě vidění při práci do blízka (třeba po několika minutách) indikují nějakou potíž ve zrakovém systému, avšak nejsou příliš specifické. Špatné soustředění na čtení nebo úplná neschopnost číst, či špatná orientace v textu může také souviset se získaným poraněním mozku, avšak opět není příliš specifická. Nejtypičtějším projevy získaného poranění mozku jsou: potíže s udržení rovnováhy a s koordinací pohybů, závrat' a citlivost na světlo. Tyto potíže neznamenají jen zvýšenou námahu při čtení, ale znesnadňují až znemožňují základní činnosti v životě daného jedince, jako je chůze, sport, řízení auta. Z těchto důvodů většinou pacienti vyhledávají odbornou pomoc. [11,15,16]

3.2 Možné poruchy vidění související se získaným poraněním mozku a možnosti zrakové terapie

Pacient po získaném poranění mozku může mít problémy s viděním, které jsou popsány níže. Projeví-li se okamžitě, je většinou zahájena zraková terapie pod dohledem zrakového terapeuta nebo ortoptisty, zde by ideálně měla probíhat komunikace s ostatními terapeuty, kteří se podílejí na pacientově rehabilitaci. Úlohou optometristy je pak převážně korekce vad, které již terapií nelze eliminovat. Problém ve zrakovém systému se však nemusí projevit okamžitě. Také se může pacientovo vidění zhoršit až několik měsíců po aktivní terapii, zahájené v krátké době po úrazu. Může tedy dojít k situaci, kdy pacient vyhledá pomoc až po několika měsících. Zde je tedy úlohou optometristy primárně vykorigovat pacientovu vadu tak, aby bylo co nejvíce zkvalitněno vidění pacienta. Doporučit pacientovi zrakovou terapii u zrakového terapeuta nebo ortoptisty je až sekundární úkol, protože taková terapie má menší šanci na zlepšení. V Americe se však optometristé s adekvátním vzděláním a vhodným vybavením pracoviště mohou podílet přímo na rehabilitaci pacientova zraku. [11]

V České republice se podle zákona [17] může na rehabilitaci pacientů se získaným poraněním mozku podílet ortoptista nebo zrakový terapeut. Ortoptista spolupracuje s oftalmologem a to zejména v oblastech prevence, léčby a diagnostiky motorických nebo senzorických očních poruch. Zrakový terapeut se podílí na diagnostice, léčbě, prevenci a dispenzární péči (což je soustavná, nebo také celoživotní péče) osob se zrakovým postižením. Dle míry poškození zraku se totiž pacient se získaným poraněním mozku může stát zároveň osobou se zrakovým postižením. Role optometristy je tedy převážně ve stanovení korekce refrakčních vad a v minimalizování potíží s binokulárním viděním (formou speciálních optických pomůcek nebo úpravou korekce či korekční pomůcky), a to ideálně ve spolupráci s ortoptistou či zrakovým terapeutem, nebo po dokončení terapie. [17,18]

Zraková terapie s pacienty po získaném poranění mozku se příliš neliší od běžných terapií, zaměřených na akomodační potíže, potíže s binokulárním viděním a s oční motilitou. Věk těchto pacientů je však většinou vyšší, než je pro zrakovou terapii běžné. Z tohoto důvodu hraje výraznou roli pacientova motivace. Zároveň by měl být pacient uvědomen o tom, že vzniklé potíže patrně nebude možné odstranit

úplně a dostat tak pacientův zrak do kondice, v jaké byl před vznikem úrazu. Zejména starší lidé po CMP svůj zrak patrně příliš nezlepší. [11]

Následující text je zaměřen na poruchy zraku, které souvisejí se získaným poraněním mozku, a jejichž dopad je současně možno zmírnit vhodnou terapií. V jednotlivých odstavcích jsou uvedeny příklady možných terapií při dané poruše. Jedná se tedy o poruchy v oblastech: binokulární vidění, akomodace a oční motilita. Přístroj DYNAVISON je zde používán převážně v oblasti oční motility, podpůrnou funkci může mít při cvičeních k obnově binokulárního vidění. Pozornost v této podkapitole je ze začátku věnována faktorům, ovlivňujícím prognózu zrakové terapie po získaném poranění mozku, dále pak kognitivním funkcím, protože tyto funkce lze také do jisté míry rehabilitovat a zlepšovat používáním přístroje DYNAVISON. Trénink s přístrojem DYNAVISON je pak rozebrán v podkapitole 3.3.

3.2.1 Faktory ovlivňující prognózu pro zrakovou terapii po získaném poranění mozku

Studie [15,19-25] naznačují, že zraková terapie po získaném poranění mozku je efektivní v oblasti zmírnění pacientových symptomů a zlepšování funkce vidění. Úspěšnost terapie nemůže být spolehlivě určena individuálně podle typu a vážnosti zranění (to se odráží od některých případů, které nedopadly na terapii dobře a přitom měly méně rozsáhlé zranění, než jiné případy, kterým terapie pomohla). Zraková terapie má vysokou šanci na alespoň částečný úspěch, pokud má pacient odpovídající schopnosti v oblasti kognitivity, paměti a pozornosti. Dále pak musí správně reagovat na testy stereopse, a nesmí být přítomna excyklorotační složka nebo hemianopie. Pokud něco z toho pacient nesplňuje, zraková terapie je stále možná, avšak její předpokládaná účinnost se snižuje. Pokud má pacient v oblasti kognitivity, paměti a pozornosti výrazný deficit, a/nebo je u něj po úraze přítomna insuficience konvergence, jsou vyhlídky účinnosti zrakové terapie minimální. [11]

3.2.2 Kognitivní funkce

K problémům s viděním se u pacientů po získaném poranění mozku přidávají problémy kognitivní, poruchy pozornosti a řeči, problémy s pamětí a s emocemi, které také souvisejí s poraněním mozku. Přítomnost těchto problémů má přímý vliv na prognózu aktivní zrakové terapie. Proto je nutné zvážit pacientův stav stran kognitivních funkcí, pozornosti a řečových schopností, stejně jako jeho emoční stav

a motivaci. V mnoha případech není aktivní terapie se zrakovým terapeutem schůdnou cestou, přistoupí se proto k řešení pasivním, tedy ke korekci vady čočkami, prismaty či řešení daného problému okluzí. V některých případech je možno přistoupit k terapii v domácím prostředí, kdy je pacient instruován zrakovým terapeutem a poté cvičí doma sám. Je to pacienty více vítáno. [11]

3.2.3 Binokulární vidění

Vlivem poranění mozku může dojít k mnoha potížím v binokulárním systému. Poškození okohybných svalů, nebo jejich inervace, může vést ke vzniku různých druhů strabismů. Mohou to být základní exotropie či esotropie. Typickým znakem získaného poranění mozku jsou však inkomitantní odchylky, což jsou odchylky, které se mění v závislosti na pohledovém směru, dále pak cykloforie či cyklotropie, což je šilhání, při kterém je oční bulbus pootočen ve směru nebo proti směru hodinových ručiček. Podle statistik [26-29], uváděných v americké literatuře, mezi 40 a 50 % pacientů se získaným poraněním mozku trpí konvergentními nebo divergentními obtížemi v důsledku poranění. Binokulární obtíže jsou tedy nejčastějším problémem. Vhodné statistiky z ČR nejsou k dispozici. Vedle těchto problémů může být přítomen také tzv. syndrom narušení sensorické fúze, který vzniká výhradně jako důsledek poranění mozku. U pacienta je přítomna drobná heteroforie, která však neznemožňuje, aby obraz dopadal do fovey obou očí. Přesto však pacient není schopen fúze. Léčba pomocí čoček, prismat, zrakové terapie či operace zde většinou nezabírá, ačkoliv se objevují zprávy o tom, že neschopnost fúze časem vymizí spontánně, nebo díky léčbě. Jsou to však spíše ojedinělé případy. [11,30,31,32]

Nácvik binokulárního vidění u pacientů se získaným poraněním mozku probíhá podobně jako u dětí, avšak nedochází k úplnému návratu binokulárního vidění do normálního stavu resp. stavu, v jakém měl pacient své vidění před vznikem úrazu. Vedle blíže rozebrané metody BrockString lze k nácviku binokulárního vidění použít např. červeno zelené předsádkové filtry nebo přístroj, zvaný synoptofor, který je běžně používán mj. k tréninku fúzních rezerv.

Metoda BrockString, která je popsána v kapitole 2.2.4, má za cíl opět naučit pacienta volní konvergenci a uvědomování si pohledových os. Oproti sportovcům už se však pochopitelně nepočítá s tím, že bude pacient schopen na základě vergence odhadnout vzdálenost zaměřeného předmětu. Cvičení může být upravováno

a obměňováno různými modifikacemi. Pacient nemusí jen přestřovat z jedné kuličky na druhou, může být vyzván, aby např. udržel kuličku ostrou a jednoduchou po dobu pěti sekund, nebo může být provázek postupně zkracován, čímž se kuličky přibližují. Pro zvýšení obtížnosti i po těchto inovacích mohou být ještě pacientovi předsazována prismata, to lze však u takových pacientů, kteří zvládnou předchozí cvičení. Tato metoda může být také s drobnou obměnou použita jako závěrečné cvičení motility očí pro sakadické pohyby, viz odstavec 3.2.5. Cvičení končí, pokud je pacient schopen konvergence na vzdálenost asi 2,5 cm (jednoho palce), pokud si dokáže uvědomovat konvergenci a divergenci, pokud dokáže volně konvergovat, a pokud dokáže přesně konvergovat a divergovat. Cvičení tedy pomáhá normalizovat NPC (blízký bod konvergence). Zároveň vede pacienta k uvědomění si a posílení konvergence. Další využití je také posílení vergenčních odpovědí při esofoviích. [4,11]

3.2.4 Akomodace

Potíže v oblasti akomodace (insuficience akomodace, exces akomodace atd.) jsou v případě získaného poranění mozku obvyklejší u pacientů, kteří ještě nedosáhli presbyopického věku. Souvisí to se skutečností, že je u těchto lidí častější traumatické poranění mozku, než cévní mozková příhoda. Dle studie[33] trpí akomodativními poruchami asi 20% lidí po traumatickém poranění mozku. Podle Suchoff et al. [26] se akomodační potíže vyskytují u 10 % pacientů se získaným poraněním mozku (tedy traumatické poranění mozku a CMP dohromady). [11]

K procvičování akomodace slouží různé metody, jako je například cvičení za pomoci předsazování spojných a rozptylných čoček, např. ± 2 D flípr. Pacientovi je střídavě navozována a uvolňována akomodace, čímž je trénován ciliární sval, který je za akomodaci zodpovědný. Cvičení je prováděno monokulárně. Dále je možné použití červeno-zelených předsádek, kdy jedno oko vidí přes filtr nápis v blízkosti oka, zatímco druhé oko přes druhý filtr vnímá nápis ve vzdálenosti 6m (a více). Pacient změnou pohledu mezi nimi opět navozuje a uvolňuje akomodaci. Toto cvičení však nelze provádět monokulárně, proto může být nevhodné, zejména u pacientů s diplopií. [11]

Dalším použitelným testem je tzv. Hart Chart. Vzhled tabulí je Hart Chart je detailně popsán v odstavci 2.2.3. Samotný trénink akomodace je pak popsán v odstavci 2.2.2, avšak nyní probíhá jinak. Cílem zde už není naučit sportovce efektivně měnit akomodaci při změně akomodačního požadavku, vyvolaném terčí v různých

vzdálenostech. Prvním výrazným rozdílem tedy je, že cvičení s pacientem po získaném poranění mozku probíhá monokulárně, dále je pak malá tabule do blízka kladena do vzdálenosti přibližně 40 cm, nikoli do nejnižší možné vzdálenosti, na kterou ještě zaostří. Pacient tedy střídavě čte znaky na tabuli do blízka a na tabuli ve vzdálenosti 6m. Znaky jsou přečteny teprve ve chvíli, kdy je pacient vidí ostře. Cílem tréninku je obnovit normální amplitudu akomodace a akomodační facilitu. Dle věku a schopností pacienta lze cvičení různými způsoby upravit, např. postupným zkracováním čtecí vzdálenosti menší tabulky. U pacientů mladších dvaceti let je tabulka přibližována, dokud nedojde k rozmazání obrazu. U starších pacientů pak jen vždy maximálně do poloviční vzdálenosti jeho amplitudy akomodace. V případě dosažení této vzdálenosti a správného čtení znaků na bližší i vzdálenější tabulce, cvičení končí. [11]

3.2.5 Oční motilita

Potíže s oční motilitou u pacientů se získaným poraněním mozku se poněkud liší od vrozených problémů s motilitou. Anomálie sakadických a sledovacích očních pohybů mohou být způsobeny supranukleárními abnormalitami, tedy poruchami na úrovni korových a kmenových center pro tyto dvě funkce, a okoohybnými svaly. Sakadická a sledovací složka nemají stejné nervové dráhy, proto může dojít k tomu, že pracuje správně pouze jedna z těchto dvou složek. Má-li tedy pacient abnormální sledovací pohyby, ale sakadické jsou v pořádku, lze předpokládat, že je některé supranukleární centrum poškozeno. Může jít o různé typy poruch sledovacích či sakadických pohybů. Zřídka však bývají při získaném poranění mozku přítomny jen sledovací a sakadické dysfunkce. Často to bývá v kombinaci s akomodativními poruchami, binokulárními poruchami a poruchami na úrovni vizuální percepce, kdy k poruše dojde v oblasti sítnice, zrakové dráhy, nebo korového centra, jež zpracovává informace související s viděním. [11]

K nácviku sakadických pohybů slouží metody s využitím prisma, také výše zmiňované Hart Chart, s drobnými obměnami může v závěrečné fázi pomoci modifikovaná metoda BrockString. K nácviku sledovacích pohybů se nejčastěji používají rotační nástroje. Rotační nástroje lze s drobnými obměnami využít k nácviku sledovacích a sakadických pohybů současně. K těmto metodám lze pro snadnější určení fixace pacientem využít následných obrazů. Vše je popsáno níže.

Cvičení s prismaty probíhá monokulárně. Před oko je předřazováno prisma, což způsobí, že obraz náhle dopadá mimo foveu a pacient je nucen znovu fixovat. Začíná se u velikých prismatic a postupně se jejich hodnota snižuje. Pacient by měl být citlivý na co nejmenší prismata (v ideálním případě 0,5 pD). Postupně je zmenšována fixační značka (20/60 – 20/20). Bázi prismatic je nutno neustále měnit (BI, BO, BU, BD, a různé šikmé směry), tak aby pacient nikdy dopředu nevěděl, který směr přijde. Cvičení končí v okamžiku, kdy je pacient schopný přesných rychlých sakád s 0,5 pD, řádku č. 20/20, na dálku i do blízka. [11]

Cvičení s tabulemi Hart Chart probíhá téměř stejně jako u sportovců (viz odstavec 2.2.3). Hlavním rozdílem je, že má pacient zakryto jedno oko, cvičení tedy probíhá monokulárně. Také opět platí, že pacient provádí cvičení v mnohem pomalejším tempu, postupuje pomaleji, balanční podložky aj. jsou přidávány, pouze pokud to odpovídá pacientovým schopnostem a jejich přidání by vůči cvičení nebylo demotivující nebo kontraproduktivní. Postup k vyšší obtížnosti cvičení (tedy např. přechod od čtení sloupců 1 a 10 ke sloupcům 2 a 9) je podmíněn tím, že pacient zvládá oba sloupce přečíst bez chyby do patnácti sekund. Pokud pacient zvládne bez chyby přečíst sloupce 5 a 6, je zahájen nácvik šikmé sakády: pacient čte první písmeno prvního sloupce a poslední písmeno posledního sloupce. Je také možno zaznamenávat při čtení tabule pacientovy odpovědi a poté ho nechat, aby si po sobě cvičení překontroloval. Tím jsou totiž procvičovány sakadické pohyby při změně pohledu dálka-blízko. [11]

Metodu BrockString lze opět využít jak při tréninku sportovců, tak při tréninku vergence. Popis cvičení je uveden v odstavci 2.2.4, v tomto případě se však liší. Oproti nácviku konvergence jsou provázky s kuličkami použity tři, každý obsahuje dvě kuličky. Pacient drží provázky tak, aby se sbíhaly u kořene nosu, je tedy o něco komplikovanější fixace druhých konců provázků. Pacient má tedy před sebou šest fixačních bodů a je vyzván, aby se na ně postupně zaměřoval. Snaží se po změně fixace co nejdříve dosáhnout jednoduchého vidění. Změna fixace mezi jednotlivými korálky může být hlášena terapeutem, nebo řízena např. metronomem. Další modifikace metody BrockString umožňuje opět trénink v závěrečné fázi nácviku motility. Je použit jeden provázek se dvěma korálky. Jeden konec provázku si pacient opět drží u nosu, zatímco druhý konec drží v ruce, pro lepší manipulaci může být tento konec uvázan např. k tužce. Pacient je vyzván, aby koncem provázku s tužkou pomalu pohyboval v kruhu, přitom fixuje jeden korálek a snaží se jej udržet nerozdvojený. Poté změní fixaci na

druhý korálek a cvičení opakuje. Pro nastavení obtížnosti je možno i zde použít předsazování prisma nebo čoček. [11]

Cvičení s rotačními nástroji se výrazně liší od cvičení pro sportovce, kde je cílem rozpoznat při rychlém rotačním pohybu optotypu co nejmenší znaky (viz odstavec 2.2.3). U pacientů po získaném poranění mozku je cílem nacvičit sledovací oční pohyby. Nepracuje se zde tedy s žádným optotypem. Otáčející se terč má v sobě drobné kulaté otvory, uspořádané v postupně se zvětšujících soustředných kruzích. Do otvorů jsou zastrkávány barevné kolíky. Cvičení je opět prováděno monokulárně, pacientovi je zakryto jedno oko a je vyzván, aby zastrkoval kolíky do terče. Nejdříve zaměří očima otvor, do kterého chce kolík zastrčit, a teprve poté kolík do otvoru umístí. Terč se v této fázi cvičení zatím nehýbe. Pokud už pacient dokáže splnit tento úkol, může být zapnuta rotace terče. Nyní drží pacient kolík nad otvorem, aniž by se ho dotkl, a sleduje jeho trasu při rotaci kolem terče, dokud otvor „neoběhne“ celou kružnici. Poté pacient jedním plynulým pohybem zastrkuje kolík do otvoru. Tento úkol, včetně obíhání celé kružnice, pacient provádí, dokud nejsou zaplněny všechny otvory. Postupuje od vnitřních kružnic na terči k vnějším, protože se vnější otvory pohybují rychleji, než vnitřní. Obtížnost cvičení je tímto plynule navyšována. Toto cvičení lze kombinovat s tréninkem sakadických pohybů následující obměnou: Na zed' za terčem je nakreslen sledovací vzorec, podle kterého má pacient při zapichování kolíků sledovat otvory. Cvičení je prováděno, dokud jej pacient celé úspěšně nezvládne. [11]

Různá cvičení pro nácvik sakadických i sledovacích očních pohybů existují v počítačovém provedení. Jedná se o programy či přístroje, které dokážou efektivně vyvolat potřebné stimuly. Jedním z nich je přístroj DYNAVISON, který je popsán v kapitole 1. Mezi počítačovými programy existují i modifikace pro domácí cvičení, opět však platí, že musí být pacient k těmto cvičením pečlivě instruován, než je může provádět sám. [11]

Jako podpůrná technika k Hart Chards nebo k rotačním technikám může posloužit vyvolání následných obrazů. Jednoduché zařízení pro vyvolání následných obrazů lze vytvořit z bleskové jednotky k fotoaparátu, na kterou je nalepena černá lepicí páska (elektrikářská) se štěrbinovým otvorem. Uprostřed štěrbinového otvoru je nakreslen fixační bod. Pacientu je zalepeno pravé oko, následně je vyzván, aby levým sledoval fixační značku na zařízení. Oko je osvětleno bleskem a vzniká následný obraz. Bezprostředně po osvětlení může být pacient vyzván, aby mrkal a následný obraz si tak

dobře uvědomoval. Nyní má pacient subjektivní zpětnou vazbu o tom, kam přesně zaměřuje svůj pohled, což může zefektivnit cvičení. [11]

3.2.6 Deficit zorného pole

Ztráta zorného pole, resp. deficit zorného pole je řazen mezi běžné následky získaného poranění mozku [34]. Vzniká v důsledku narušení zrakové dráhy nebo poškození korových center mozku pro zpracování vizuálních informací. Výpadky mohou být různé, závisejí na lokaci a rozsahu poškození nervových vláken. Terapie vizuální obnovy (VRT) je jednou z možností při snaze snížit tento deficit, avšak její účinnost je zatím považována za spornou [35]. Výpadky zorného pole mohou zavinit pacientovu nezpůsobilost k řízení, není však přímá souvislost mezi velikostí výpadku zorného pole a způsobilosti k řízení. Omezení, vzniklé výpadkem zorného pole, lze zmírnit tréninkem, který naučí pacienta provádět takové pohyby hlavou, aby ztrátu pole vykompenzoval pohybem hlavy resp. vhodnými skenovacími pohyby. Výsledkem studie [36] tedy je uvedeno, že v řízení jsou úspěšní ti pacienti, kteří ovládají vhodné skenovací pohyby.

Deficit zorného pole (dále jen ZP) nelze napravit, resp. rozšířit již ztracenou oblast ZP zpět, lze však vhodným tréninkem naučit pacienta kompenzaci ztráty ZP prostřednictvím pohybů hlavy a očí. Toto je umožněno mj. tréninkem na přístroji DYNAVISON nebo podobných přístrojích, popsanych v odstavci 2.2.7. Výsledky na perimetru zůstávají neměnné, avšak pacient subjektivně hlásí zmenšení výpadku, až jeho úplné zmizení. [11]

3.3 Rehabilitační programy s přístrojem DYNAVISON

Přístroj DYNAVISON lze kromě tréninku sportovců využít i jako součást rehabilitace zraku po získaném poranění mozku. Jeho přínos je zejména v oblastech nácviku sledovacích očních pohybů, tedy zlepšování okulomotorických schopností a deficitů zorného pole. Je ho tedy možno využívat k takové rehabilitaci zraku, která by pacientovi se získaným poraněním mozku umožnila vrátit se k řízení. Studií s tímto zaměřením však není mnoho, výsledky v této oblasti jsou proto zatím brány spíše na experimentální úrovni. [37,38]

Přístroj DYNAVISON lze tedy z výše zmíněných oblastí použít k rehabilitaci těchto oblastí: kognitivní funkce, oční motilita, deficity zorného pole, podpůrnou roli

může plnit k nácviku binokulárního vidění. Přístroj může být také použit jako podpůrné cvičení pro udržování rovnováhy. Jednotlivé módy jsou podrobně popsány v kapitole 1.

3.3.1 Módy uplatněné při rehabilitaci

Módy A a B lze použít ke zotavování pacientovy schopnosti reagovat na podnět, a také stimulovat sítnici, resp. korová zrková centra. Pacient se také naučí pohyby hlavy a očí kompenzovat deficit zorného pole. V případě získaných poranění mozku je vhodné začít nejprve s módem A, kdy tlačítko svítí libovolně dlouhou dobu, dokud je nestiskne pacient. Mód B umožňuje rozsvícení tlačítek po dobu max. 5 sekund, tento čas však pro pacienty se získaným poraněním mozku nebývá dostačující. Teprve po dosažení průměrného reaktivního času menšího, než 5 sekund, je možno přejít ke cvičení za pomoci módu B. Pacient může mít vlivem svého poranění potíže s udržením rovnováhy, v takovýchto případech je nutno na obou módech zahájit cvičení nejprve za používání středových kružnic (např. nejmenší dvě kružnice), a postupně pak přidávat ostatní kružnice, až pacient při cvičení využívá plný rozsah tabule přístroje DYNAVISON, tedy všechny kružnice.

Velká pozornost byla v této kapitole věnována obtížemi s oční motilitou. Mód C, popsáný v první kapitole, je přímo určen pro nácvik sledovacích pohybů. Vzhledem k interakci pacienta se světelnou tabulí (pacient mačká tlačítka) je přístroj DYNAVISON plnohodnotnou náhradou rotačních nástrojů (pacient do rotujícího terče zastrkuje kolíky). V pozdější fázi rehabilitace lze tento mód použít stejně jako u sportovců (odstavec 2.3.2) k nácviku rovnováhy. Pacient je vyzván, aby sledoval světýlko „obíhající“ kružnici, a současně se přibližoval k tabuli přístroje.

V případě získaných poranění mozku, kdy pacient reaguje pomaleji a postupně je rehabilitován, je nutné používat při cvičeních dlouhé reakční časy, aby pacient cvičení stíhal, resp. zvládal a nebyl demotivován. K tomu slouží reakční mód, který umožňuje získat informace o rychlosti pacientových reakcí. Na základě výsledků reakčního módu je tedy možno upravit rychlosti jednotlivých cvičení podle pacientových schopností. Rehabilitace po získaném poranění mozku je dlouhodobou záležitostí, většinou trvá několik let. Zlepšení pacientů tedy není tak výrazné, jako u sportovců, a zároveň je pozorovatelné po mnohem delší době, zpravidla pacient subjektivní zlepšení hlásí cca po roce pravidelného týdenního docházení na rehabilitace. Z těchto důvodů není

zdaleka nutné absolvovat tento mód tak často, jako je tomu u sportovců (odstavec 2.3.1), stačí např. jedenkrát za měsíc.

Možnost „flash“ problesknutí lze použít v kombinaci s módy A a B. Je však přidávána teprve v případě, že pacient předchozí úkoly už zvládá a zapojení tohoto módu nebude demotivující. Možnost „flash“ problesknutí pomáhá stimulovat kognitivní schopnosti pacienta (pacient je nucen dělat více úkonů najednou, resp. věnovat pozornost zároveň rozsvěčujícím se tlačítkům a znakům na obrazovce). Má-li pacient ještě periferní vidění, práce s „flash“ problesknutím umožňuje zlepšovat jeho vnímání periferie.

3.3.2 Přidaná cvičení

Stejně jako u sportovců lze k jednotlivým módům přidávat úkoly nebo si je ozvláštnit pomůckami. I zde však platí několikrát zmiňované: přidané úkoly musí odpovídat pacientovým schopnostem a nesmějí být demotivující.

Červené míčky lze pro pacienty se získaným poraněním mozku použít jako pomůcku k módu B. Pacient drží např. v pravé ruce zelený míček a v levé červený, díky tomu si snadněji uvědomí, kterou rukou mačká tlačítka dané barvy. Teprve když toto zvládá, je možno postupně zapojovat prvky prohazování míčku, např. nejprve si prohodí míčky po ukončení každého kola, později na pokyn terapeuta, atd.

Možnost „flash“ problesknutí zde nehraje tak výraznou roli, jako je tomu v případě tréninku sportovců. Ze začátku terapie se s ní vůbec nepracuje a je přidávána v závislosti na pacientových schopnostech. Různé obměny tohoto módu, jako například počítání příkladů (více viz 2.3.2), jsou používány velice střídavě a většinou až ke konci rehabilitačního programu.

Naopak využívanější možností je zapojení dolních končetin. Pacient může deaktivovat tlačítka např. kolenem nebo nohou. Ze začátku je možno použít nějaké barevné rozlišení končetin (barevné izolepy), což pacientovi umožňuje lépe si uvědomit, kterou končetinou deaktivuje kterou barvu. Použití nohou může přispívat k rehabilitaci mobility pacienta. Současné používání rukou a nohou se podílí na zlepšování pacientových kognitivních funkcí, přispívá také ke zlepšení udržování rovnováhy. Stejně jako v odstavci 2.3.2 jsou kvadranty rozděleny, horní polovina je deaktivována pažemi, zatímco tlačítka na spodní polovině tabule jsou stiskávána dolními končetinami.

Pokud má pacient vlivem získaného poranění mozku nějakou binokulární odchylku a je žádoucí začlenit její kompenzaci do rehabilitace, je možno přidat k módu B práci s červeno-zelenými předsádkami. Pacient pak vnímá červená světýlka jedním okem a zelená druhým, je tedy nucen ke spolupráci obou očí.

3.3.3 Kazuistika

Konkrétní využití přístroje DYNAVISON je demonstrováno na případě 54letého pacienta, muže, který byl v lednu roku 2020 hospitalizován pro lokální intracerebrální krvácení, při kterém došlo k útlaku levé postranní komory. Následkem toho u něj došlo k poruchám řeči, kognitivních funkcí, orientace, motorickým problémům (frustní pravostranná hemiparéza – pravou rukou dokázal provést přesný pohyb, ale neprovedl stisk). Pacient byl schopen chůze avšak o širší bázi (rozkročen). V oblasti očí nebyl zjevně pozorován žádný problém, motilita byla plná, zřejmě bez diplopie, nebyl přítomen nystagmus, zornice byly stejně veliké a na světlo reagovaly normálně. Pacient tedy začal docházet na rehabilitace, za logopedkou a byl sledován.

Asi v červnu roku 2020 pacient začal vnímat před okem pohybující se tečku, uvědomil si, že nevnímá předměty z pravé strany. Také se špatně orientoval v prostoru. Při vstupním vyšetření bylo zjištěno, že má visus 1 na obou očích, postavení očí bylo paralelní, motilita očí možná do krajních poloh, konvergence normální. Rohovka, spojivka, zornice, sítnice, bez patologií. Na perimetru byl zjištěn výpadek zorného pole v pravém spodním kvadrantu, resp. na pravém oku v dolním temporálním kvadrantu a na levém oku v dolním nasálním kvadrantu. Byla tedy zahájena zraková terapie.

V srpnu roku 2020 pacient trénoval zvlášť pravou a levou ruku, cvičení probíhalo na módu A. Pacient zvládal současné promítání znaků na malou obrazovku v rámci možnosti „flash“ problesknutí, četl tedy buď 3 číslice nebo 3 písmena, která tvořila slabiky. Cílem byl trénink kognitivních funkcí a automatizace pohybu. Pacient byl také postupně schopen provádět tato cvičení na balanční podložce. Jako doplňující cvičení byl použit Marsdenův balón (viz odstavec 2.2.3).

V září roku 2020 pacient na přístroji DYNAVISON schopen při tréninku pojmenovávat obrázky, které se v rámci možnosti „flash“ problesknutí objevovaly na malé obrazovce. Také byl schopen plnit v průběhu cvičení úkoly, které se odkazovaly na vizuální podnět, např. objevil-li se text, pacient zatleskal, objevil-li se obrázek,

pacient se otočil kolem své osy. Byla také trénována oční motilita (využití módu C). Mimo DYNAVISON už byl pacient také schopen tréninku s 3D brýlemi.

V lednu roku 2021 dosáhl pacient na módu A reaktivního času 0,6 sekundy, od tréninku na módu B už pacienta tedy dělilo pouze 0,1 sekundy. Pacient také procvičoval sakadické pohyby za pomoci prismatic, předkládaných v různých směrech (viz odstavec 3.2.5).

V únoru roku 2021 již byla pozornost terapie zaměřena na kompenzaci výpadku zorného pole. Na přístroji DYNAVISON tedy bylo využito pouze pravého dolního kvadrantu a třetí kružnice (počítáno směrem od centra tabule do periferie). Pacient se tedy začal učit kompenzační pohyby hlavou, aby mohl tlačítka zahlédnout a stisknout. Byl už také schopen vyšší obtížnosti nácviku sakadických pohybů, dostal tedy za úkol při předřazování seřazovat prismata od největších po nejmenší (od 4 pD po 1 pD s krokem 1 prismatické dioptrie).

Při porovnání perimetru z června roku 2020 a ledna roku 2021 bylo patrné mírné zmenšení výpadku na pravém oku (asi o 20 %).

Závěr: Přístroj DYNAVISON u pacienta sehrál roli při rehabilitaci kognitivních funkcí a kompenzaci výpadku zorného pole. Dle mírného zlepšení výsledku na perimetru lze soudit, že pacientovi prospěla stimulace sítnice. Pacient v době zaznamenání této kazuistiky (tedy duben roku 2021) stále docházel na zrakovou terapii. Tento fakt ve spojení s pomalým progresem pacienta poukazuje na skutečnost, že rehabilitace pacientů se získaným poraněním mozku trvá výrazně déle, než trénink sportovců.



Obrázek 5 - Ukázka tréninku pacienta na přístroji DYNAVISON 1 [39]



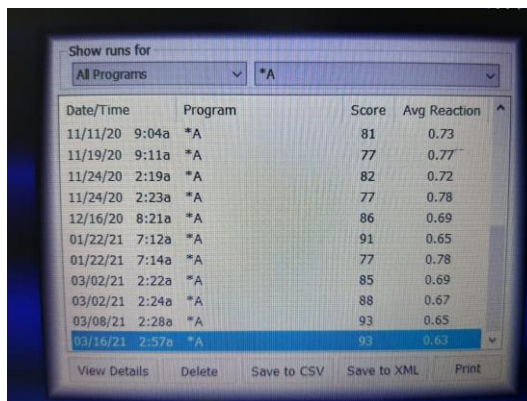
Obrázek 6 - Ukázka tréninku pacienta na přístroji DYNAVISION 2 [39]



Obrázek 7 - Trénink pacienta za využití balanční podložky 1 [39]

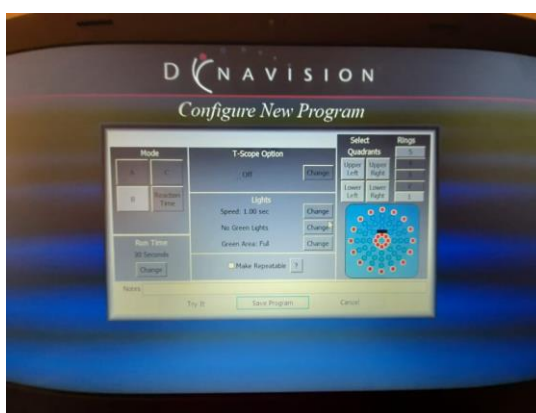


Obrázek 8 - Trénink pacienta za využití balanční podložky 2 [39]



Date/Time	Program	Score	Avg Reaction
11/11/20 9:04a	*A	81	0.73
11/19/20 9:11a	*A	77	0.77
11/24/20 2:19a	*A	82	0.72
11/24/20 2:23a	*A	77	0.78
12/16/20 8:21a	*A	86	0.69
01/22/21 7:12a	*A	91	0.65
01/22/21 7:14a	*A	77	0.78
03/02/21 2:22a	*A	85	0.69
03/02/21 2:24a	*A	88	0.67
03/08/21 2:28a	*A	93	0.65
03/16/21 2:57a	*A	93	0.63

Obrázek 9 - porovnání pacientových výsledků na módu A v čase (sloupec "Score" zobrazuje počet stisknutých tlačítek, sloupec "Avg Reaction" zobrazuje průměrný reakční čas pacienta) [39]



Obrázek 10 - Příklad využitých kružnic při tréninku s pacientem [39]

ZÁVĚR

V mé práci jsem nejprve představila přístroj DYNAVISON, označován také D2™. Toto zařízení umožňuje provádět zrakový trénink za účelem jednak zlepšení normální hodnoty zrakových a souvisejících funkcí (typicky u sportovců či řidičů), jednak nápravy poruch v těchto oblastech, které souvisí s poškozením mozku. V první kapitole jsem věnovala pozornost vlastnímu přístroji – jeho technickým parametrům a jednotlivým módům, tedy módům A, B, C, reakčnímu módu a možnosti „flash“ problesknutí. Popsány jsou také další možnosti přístroje, například grafická znázornění úspěšnosti.

Ve druhé kapitole jsem popsala problematiku sportovců a řidičů, resp. sportovních řidičů, nebo řidičů pracujících v extrémních podmínkách (řidiči policejních či hasičských vozů apod.), u kterých je cílem posunout vybrané funkce nad hranici obvyklých hodnot. Zaměřila jsem se na zrakovou terapii, zlepšující jejich schopnosti zejména v oblasti rychlosti reakce na zrakový podnět, dále pak v oblastech, jako je např. zraková ostrost. Následně jsou uvedeny možnosti aplikace přístroje DYNAVISON v těchto situacích, přičemž jsem vysvětlila, jak jsou při tréninku sportovců a řidičů využívány jednotlivé módy a jaké obměny, předměty či úkoly je možno ke cvičení přidat, aby tím byla zvýšena jeho efektivita.

V poslední kapitole jsem obrátila svou pozornost k pacientům se získaným poraněním mozku, tedy pacientům po traumatickém poranění mozku nebo po cévní mozkové příhodě. U nich cílí trénink na obnovení normálních funkcí. Nejprve jsem uvedla jednotlivé poruchy vidění, související se získaným poraněním mozku, a příklady cvičení, která mohou pomoci eliminovat nebo kompenzovat danou poruchu. Druhou část jsem podobně jako u předchozí kapitoly zaměřila na využití přístroje DYNAVISON v této oblasti. Srovnala jsem využití jednotlivých módů pro pacienty se získaným poraněním mozku v kontrastu s využitím přístroje pro sportovce. Rozdíl mezi oběma skupinami není jen ve vlastních metodách tréninku, ale také v délce trvání těchto terapií, kdy sportovci pozorují výrazné zlepšení po cca třech měsících pravidelného tréninku (jedna hodina týdně), zatímco u pacientů se získaným poraněním mozku je zlepšení patrné teprve asi po roce pravidelné terapie. Uvedené postupy jsou demonstrovány na zařazené kazuistice pacienta se získaným poraněním mozku.

Ačkoliv je DYNAVISION poměrně účinný nástroj komplexní terapie zaměřené na zrak, v praxi, zejména při rehabilitaci pacientů se získaným poraněním mozku, není využíván samostatně, ale v kombinaci s ostatními uvedenými cvičeními. Přínosem mé práce je tedy mimo seznámení čtenáře s přístrojem DYNAVISION a jeho funkcemi též přehled tréninku zrakových a popř. dalších souvisejících kognitivních a motorických funkcí u dvou zmiňovaných kategorií trénovaných osob.

ZDROJE

- [1] *DYNAVISION TM* [online]. Cincinnati: Dynavision TM, 2020 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.dynavisioninternational.com/product-page>
- [2] KASATKIN, VN. et al. *The use of the visuo-motor reaction training device for the improvement of the coordination in the eye-hand system of the children and adolescents following the completion of the antineoplastic treatment of brain tumours*. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult, Vol 95, 2018, no. 6, pp. 13-18. doi:10.17116/kurort20189506113
- [3] Dynavision International LLC©. *Dynavision D2 Operators Manual Rev. 11*, 2014
- [4] ERICKSON, G. *Sports Vision: Vision Care for the Enhancement of Sports Performance*. Philadelphia: Butterworth Heinemann Elsevier, 2007. ISBN 978-0-7506-7577-2
- [5] ZEMKOVÁ, E. *Fyziologické základy senzomotoriky*. Bratislava: ICM AGENCY, 2011, 96 s. ISBN 978-80-89257-39-3
- [6] BEHBOUDI, H. et al. *Vision Disorders in Drivers Involved in Traffic Accidents*. Journal of Ophthalmic & Vision Research, Vol. 12, 2017, no. 4, pp. 451. doi:10.4103/jovr.jovr_169_17
- [7] WOOD, JM. *2015 Glenn A. Fry Award Lecture: Driving toward a New Vision: Understanding the Role of Vision in Driving*. Optometry and Vision Science, Vol. 96, 2019, no. 9, pp. 626-636. doi:10.1097/OPX.0000000000001421
- [8] LATASH, ML. *Fundamentals of motor control*. London: Elsevier Academic Press, 2012, xii, 352 s. ISBN 978-0-12-415956-3
- [9] WILHELM, H. *Vision and car driving ability*. Therapeutische Umschau, Vol. 68, 2011, no. 5, pp. 243-247. doi:10.1024/0040-5930/a000158
- [10] WOLFE, B. et al. *More than the Useful Field: Considering peripheral vision in driving*. Appl Ergon, Vol. 65, 2017, pp. 316-325. doi:10.1016/j.apergo.2017.07.009
- [11] SCHEIMAN, M. et WICK, B. *Clinical management of binocular vision: heterophoric, accommodative, and eye movement disorders*. 3rd ed. Philadelphia, Pa.: Lippincott Williams & Wilkins, c2008, xiii, 674 s. ISBN 978-0-7817-7784-1.

- [12] WELLS, AJ. et al. *Reliability of the dynavision™ d2 for assessing reaction time performance*. J Sports Sci Med, 13, 2014, no. 1, pp. 145-50. PMID: 24570618; PMCID: PMC3918550
- [13] THURMAN, DJ. et al. *Guidelines for surveillance of central nervous system Injury*. Atlanta: U. S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 1995
- [14] American Heart Association. *2001 heart and stroke statistical update*. Dallas: American Heart Association, 2001
- [15] HELLERSTEIN, LF. et al. *Vision profile of patients with mild brain Injury*. J Am Optom Assoc, Vol. 66, 1995, pp. 634-639
- [16] ZOST, MG. Diagnosis and management of visual dysfunction in cerebral Injury. In: Maino DM, ed. *Diagnosis and management of special populations*. New York: Mosby, 1995, 75-134
- [17] Zákon č. 96/2004 Sb. o nelékařských zdravotnických povoláních [cit. 2021-02-24]. Dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-96>
- [18] Vyhláška č. 55/2011 Sb. o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků [cit. 2021-03-26]. Dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-55>
- [19] IP, RY. et al. *Traumatic brain injury: factors predicting return to work or school*. Brain Inj, Vol. 9, 1995, no. 5, pp. 517-532
- [20] ALEXANDER, MP. *Mild traumatic brain injury: pathophysiology, natural history, and clinical management*. Neurology, Vol. 45, 1995, pp. 1253-1260
- [21] WHYTE J. et al. *Rehabilitation of the patient with traumatic brain injury*. In: DELISA, J. et al., eds. *Rehabilitation medicine: principles nad practice*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998, 1191-1239
- [22] American Heart Association. *2001 heart and stroke statistical update*. Dallas: American Heart Association, 2001
- [23] SCHEIMAN, M. *Understanding and managing visual deficits: a guide for occupational therapists*, 2nd ed. Thorofare NJ: Slack, 2002
- [24] BERNE, SA. *Visual therapy for the traumatic brain-injured*. J Optom Vis Dev, Vol. 21, 1990, pp. 13-16
- [25] COHEN, AH. *Optometric management of binocular dysfunctions secondary to head trauma: case reports*. J Am Optom Assoc, Vol. 63, 1992, pp. 569-575

- [26] SUCHOFF, IB. et al. *The occurrence of ocular and visual dysfunctions in an acquired brain-injured patient sample*. J Am Optom Assoc, Vol 70, 1999, pp. 301-308
- [27] COHEN, M. et al. *Convergence insufficiency in brain-injured patients*. Brain Inj, Vol. 3, 1989, pp. 187-191
- [28] MITCHELL, R. et al. *Ocular motility disorders following head Injury*. Aust Orthop J, Vol. 20, 1983, pp. 31-36
- [29] CUIFFREDA, KJ. et al. *Occurrence of oculomotor dysfunctions in acquired brain Injury: a retrospective analysis*. Optometry, Vol. 78, 2007, pp. 155-161
- [30] LONDON, R. et SCOTT, SH. *Sensory fusion disruption syndrome*. J Am Optom Assoc, Vol. 58, 1987, pp. 544-546
- [31] PRATT-JOHNSON, JA. et TILLSON, G. *The loss of fusion in adults with intractable diplopia (central fusion disruption)*. Aust N Z J Ophthalmol, Vol. 16, 1988, pp. 81-85
- [32] GIANUTSOS, R. *Rehabilitative optometric services for survivors of acquired brain Injury*. Arch Phys Med Rehabil, Vol. 69, 1998, pp. 573-578
- [33] AL-QUARINY, IA. *Convergence insufficiency and failure of accommodation following midfacial trauma*. Br J Oral Maxillofac Surg, Vol. 32, 1995, pp. 71-75
- [34] MEREZHINSKAYA, N. et al. *Visual Deficits and Dysfunctions Associated with Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis*. Optom Vis Sci, Vol. 96, 2019, no. 8, pp. 542-555. doi: 10.1097/OPX.0000000000001407
- [35] GHANNAM, ASB. et SUBRAMANIAN, PS. *Neuro-ophthalmic manifestations of cerebrovascular accidents*. Curr Opin Ophthalmol, Vol. 28, 2017, no. 6, pp. 564-572. doi: 10.1097/ICU.0000000000000414
- [36] KASNECI, E. et al. *Driving with binocular visual field loss? A study on a supervised on-road parcours with simultaneous eye and head tracking*. PLoS One, Vol. 9, 2014, no. 2, pp. e87470. doi: 10.1371/journal.pone.0087470
- [37] KLAVORA, P. et WARREN, M. *Rehabilitation of Visuomotor Skills in Poststroke Patients Using the Dynavision Apparatus*. Perceptual and Motor Skills, Vol. 86, 1998, no. 1, pp. 23-30. doi:10.2466/pms.1998.86.1.23
- [38] KLAVORA, P. et al. *The Effects of Dynavision Rehabilitation on Behind-the-Wheel Driving Ability and Selected Psychomotor Abilities of Persons After Stroke*. Am J Occup Ther, Vol. 49, 1995, no. 6, pp. 534-542. doi: org/10.5014/ajot.49.6.534

[39] Archiv Očního centra Vidum, fotografie zveřejněny se souhlasem pacienta