

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Simona Terčová**

**Úloha optické funkce a její vliv na kvalitu  
posturálních funkcí**

**Bakalářská práce**

Praha 2020

Autor práce: **Simona Terčová**

Vedoucí práce: **Mgr. Lenka Oplatková**

Oponent práce: **MUDr. Viktor Veselý**

Datum obhajoby: **15. 9. 2020**

## Bibliografický záznam

TERČOVÁ, Simona. Úloha optické funkce a její vliv na kvalitu posturálních funkcí. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020. 80 s., Vedoucí bakalářské práce Mgr. Lenka Oplatková.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o úloze optické funkce jako jedné z multisenzorických modalit v posturální kontrole. Teoretická část se zabývá anatomií, fyziologií a patofyziologií zrakového ústrojí a jejich vztahem k posturálním funkcím. Součástí je dále shrnutí neurofyziologických principů posturální stability, vlivu dalších senzorických vjemů a motorického projevu také zrakově postižených, kteří patří do skupiny se sníženou posturální kontrolou. V práci jsou popsány vyšetřovací metody a možnosti tréninku vizuálního vnímání a jeho vlivu na posturální řízení. Tyto poznatky jsou pak aplikovány v praktické části v kazuistice pacientky se zrakovým postižením, u které byl zkoumán vliv individuálně navržené cvičební jednotky na posturální funkce. Pro vyšetření byla použita tlaková plošina přístroje Rehawalk a klinický test dynamické posturální stability Star-Excursion Balance Test.

## Klíčová slova

Posturální stabilita, senzomotorika, zrakové postižení, vizuální trénink, vizuální zpětná vazba, trénink vizuo-motorických schopností

## **Bibliographic record**

TERČOVÁ, Simona. The role of optical function and its influence to the posture. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sport Medicine, 2020. 61 p., Thesis supervisor Mgr. Lenka Oplatková.

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the optical function as one of the multisensory modalities in postural control. The theoretical part concerns the anatomy, physiology and pathophysiology of the visual system and their relationship to postural functions. It also includes a further indefinite weakening of neurophysiological principles, influencing other sensory perceptions and motor manifestations with the visually impaired, who belong to group with reduced postural control. The work describes the examination methods and training options for visual perception and its impact on postural control. These applications are applied in the practical sections in the case report of visually impaired patients, in whom the influence of the individual examination unit on postural function was investigated. For the assessment were used the Rehawalk pressure platform and the clinical test of dynamic postural stability Star-Excursion Balance Test.

## **Keywords**

Postural stability, sensorimotor, visual impairment, visual training, visual feedback, training of visual-motor skills

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Lenky Oplatkové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 17. 8. 2020

**Simona Terčová**

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala především své vedoucí bakalářské práce Mgr. Lence Oplatkové za odborné vedení, cenné rady, náměty a podnětné připomínky k bakalářské práci. Dále bych chtěla poděkovat Rehabilitačnímu oddělení Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem za umožnění využít jejich prostory a přístroj Rehawalk od firmy Zebris. Díky patří rodině, která byla velkou podporou.

## Obsah

ÚVOD .....	10
1 CÍLE PRÁCE .....	11
2 ANATOMIE ZRAKOVÉHO ÚSTROJÍ.....	12
2.1 Zraková dráha .....	12
2.2 Anatomie oka .....	13
3 FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE OPTICKÉHO SYSTÉMU .....	15
3.1 Fyziologie.....	15
3.2 Patofyziologie .....	16
3.3 Klasifikace zrakového postižení .....	19
4 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ.....	21
5 POSTURÁLNÍ STABILITA.....	22
6 VIZUÁLNÍ AFERENTACE A MOTORICKÝ PROJEV .....	24
6.1 Vliv vizuální aferentace na posturální kontrolu .....	24
6.2 Motorické učení a psychomotorický vývoj u zrakově postižených.....	25
6.3 Ovlivnění dalších sensorických systémů u zrakově postižených.....	27
7 SLOŽKY ZRAKOVÉHO VNÍMÁNÍ.....	29
7.1 Centrální a periferní vidění.....	29
7.2 Prostorové vidění .....	29
8 VYŠETŘENÍ VIDĚNÍ .....	31
8.1 Vyšetření zrakového analyzátoru .....	31
8.2 Vyšetření kvality a účinnosti vidění u sportovců .....	33
9 TERAPEUTICKÉ PŘÍSTUPY .....	34
9.1 Terapeutické přístupy se zaměřením na vizuální složku.....	34
9.1.1 Trénink posturální stability pomocí vizuální zpětné vazby .....	34
9.1.2 Sportovní vizuální trénink, trénink vizuálně motorických schopností.....	36
9.1.3 Trénink zrakového analyzátoru.....	39
9.2 Terapeutické ovlivnění dalších sensorických systémů.....	42
9.2.1 Senzomotorická stimulace .....	42
9.2.2 Vestibulární trénink .....	43
9.2.3 Hmatový trénink.....	43
10 METODOLOGIE PRAKTICKÉ ČÁSTI .....	44
10.1 Star Excursion Balance test (SEBT) .....	44

10.2	Vyšetření pomocí přístroje Rehawalk.....	45
10.3	Průběh terapie.....	46
11	PRAKTICKÁ ČÁST - KAZUISTIKA.....	48
11.1	Anamnéza.....	48
11.2	Vyšetření pomocí Star-Excursion-Balance Test (SEBT) .....	49
11.3	Vyšetření pomocí přístroje Rehawalk.....	50
11.3.1	Porovnání výsledků s otevřenýma a zavřenýma očima:.....	51
11.3.2	Porovnání hodnot výsledků třítydenního tréninku .....	51
12	DISKUSE .....	52
	ZÁVĚR .....	55
	REFERENČNÍ SEZNAM.....	56
	SEZNAM PŘÍLOH.....	64
	PŘÍLOHY.....	65



## 1. SEZNAM ZKRATEK

ADL	activities of daily living
CMP	cévní mozková příhoda
CNS	centrální nervová soustava
COP	centre of pressure
C score	Composite score
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
LDK	levá dolní končetina
OO	otevřené oči
PDK	pravá dolní končetina
SEBT	Star-Excursion-Balance Test
SVT	sportovní vizuální trénink
V1	primární zraková kůra
V2	sekundární zraková kůra
WHO	World Health Organization
ZO	zavřené oči
ZP	zrakově/ě postižený/í

## ÚVOD

Pomocí zraku vnímáme přibližně 80 procent informací z okolního světa. Deficit těchto informací způsobuje zhoršení kvality života po fyzické, psychické i sociální stránce. Soubor informací ze zrakového, vestibulárního a propioceptivního ústrojí mají důležitou úlohu v udržování posturální stability. Zhoršení jedné z těchto modalit tedy určitým způsobem patologicky ovlivňuje kvalitu posturálních funkcí jedince (Kuchynka, 2016; Véle, 1995).

Nevidomí lidé bez přísunu zrakových vjemů a těžce slabozrací jedinci jsou při udržování rovnováhy nuceni se více spoléhat na ostatní sensorické vstupy z vestibulárního a propioceptivního systému. Studie ale dokazují, že pro udržování balance nelze úplnou ztrátu zraku plně kompenzovat ostatními sensorickými systémy. Důležitou součástí terapie u těchto osob je senzomotorická stimulace, vestibulární a hmatový trénink. Dále se s výhodou využívají různé kompenzační pomůcky (bílá hůl, hlasové programy apod.). Slabozrací jedinci už mohou čerpat určité vizuální informace z okolí. Tito lidé do jisté míry na zrak spoléhají, a proto chceme poukázat také na možnosti tréninku vizuálních schopností.

Schopnost vidět nezahrnuje pouze tvorbu obrazu, ale je to komplexní děj sběru a vyhodnocování vizuálních podnětů, na které navazují motorické reakce - například k zajištění stability. Mnoho studií ukázalo možnost tréninku a zlepšení vizuo-motorických schopností. Takovými lidem by trénink mohl pomoci v běžném životě. Takto zrakově postižení se často dostávají do situací, kdy se musí rychle vyhnout nečekané překážce, protože si jí do poslední chvíle nevšimnou. To je pak častou příčinou pádu či úrazu. Trénink zaměřený na zrakové vnímání společně s tréninkem dalších sensorických systémů by měl pomoci zvládat zajištění stability při těžších posturálních podmínkách a využít maximum potenciálu posturálně balančních schopností zrakově postiženého jedince (Kuchynka, 2016).

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je poukázat na význam vizuální aferentace v zajišťování posturální kontroly. Chtěla bych shrnout poznatky o vlivu senzorických vstupů na posturální stabilitu se zaměřením na vizuální složku a její využití ve fyzioterapeutické praxi. Předpoklad, že vizuální informace významně ovlivňují motorické funkce, je uplatňován u různých skupin klientů. Jednou z takových skupin jsou sportovci, kteří díky tréninku mohou dosáhnout rychlejší vizuo-motorické reakce a zvýšit svůj sportovní výkon. Dále je využívána vizuální zpětná vazba v tréninku posturální stability a symetrie stoje u neurologických pacientů a seniorů v rámci prevence pádů.

Skupiny pacientů s kvalitativně i kvantitativně zhoršenou vizuální aferencí, tj. zrakově postižení, mívají také zhoršené posturální funkce, proto by i tato skupina měla patřit do povědomí fyzioterapeutů. V kazuistice vycházím z předpokladu, že i snížená funkce vizuálního systému lze v tréninku se stimulací zrakových informací s pozitivním efektem využít. V kazuistice navrhuji cvičební jednotku u konkrétní pacientky se zrakovou vadou v pásmu těžké slabozrakosti. Předpokládám, že tréninkem pomocí vizuální aferentace se zlepší posturální funkce u této slabozraké osoby.

## 2 ANATOMIE ZRAKOVÉHO ÚSTROJÍ

### 2.1 Zraková dráha

Zraková dráha je čtyřneuronová sensorická dráha, která zajišťuje spojení sítnice s korovými a subkortikálními oblastmi centrální nervové soustavy (CNS). První tři neurony se nacházejí v sítnici (fotoreceptory, bipolární neurony, gangliové buňky) a jsou společné pro všechny zrakové dráhy. Gangliové buňky je možné dělit na parvocelulární (P-buňky) a magnocelulární (M-buňky). P-buňky přijímají signál z menšího počtu fotoreceptorů a jsou citlivé na vysoký kontrast a na vysoké prostorové a nízké časové frekvence, naproti tomu M-buňky mají větší receptivní pole a nacházejí se především na periférii sítnice a jsou citlivé na nízké prostorové frekvence, nízký kontrast a vysoké časové frekvence. Axony gangliových buněk tvoří optický nerv. Podle neuronů, ze kterých axony vycházejí, můžeme rozdělit na parvocelulární a magnocelulární dráhy. Nervus opticus probíhá na bazi lební a v oblasti tureckého sedla se vlákna z obou nazálních polovin sítnice kříží. Laterální část vláken zůstává nadále nezkřížena. Dále je tento svazek vedoucí vlákna ze stejných stran sítnice označován jako tractus opticus. Tractus opticus končí v podkorových oblastech. Až 90% jeho vláken končí na corpora geniculata lateralia, odkud nadále pokračují jako radiatio optica do primární (V1) a sekundární (V2) zrakové kůry v okcipitálním laloku. Z korové oblasti V2 je signál přenášen dorzální (magnocelulární) drahou do parietookcipitální kůry a podílí se na analýze pohybu, určení lokalizace pohybu a spolupodílí se na některých očních pohybech. Striktní rozdělení magnocelulárních a parvocelulárních drah se zdá nepřesné, předpokládá se, že dochází k rozsáhlému neuronálnímu propojení, kde i mezi těmito systémy dochází k přenosu informací.

Ostatní vlákna, která nekončí na corpora geniculata lateralia jsou označovaná za odbočky ze zrakové dráhy. Z hlediska koordinace a posturálních funkcí jsou podstatné odbočky do colliculi superiores, které dostávají rovněž informace z mozkové kůry, sjednocují sluchovězrakové a vestibulovizuální signály. Jsou centrem reflexních pohybů očí, hlavy, a podílejí se na určování polohy těla. Odbočky zrakové dráhy dále vedou do hypotalamu, kde převádějí optické signály na vegetativní centra. Dále jsou zapojeny do pupilárního reflexu a pomáhají při zaostření předmětů (Takakusaki, 2017; Čihák, 2016).

Důležitost multisenzorických informací jako jsou somatosenzorické, vizuální a vestibulární signály na správné držení těla, podpořil ve své neuroanatomické studii Takakusaki (2017). Mimo jiné zdůrazňuje, že pro správnou funkci programování pohybu či řízení stability těla je ale esenciální zachovalá funkce visuo-parieto-frontální kortikální projekce.

## 2.2 Anatomie oka

Zrakové ústrojí se skládá z oční koule a přídatných struktur. Je to složitý smyslový orgán umožňující vnímání světelných podnětů. **Oční koule** (bulbus), uložená v očníci, je složena ze dvou na sebe navazujících polokoulí, které se nazývají rohovka a bělima. Uvnitř oční koule se nachází čočka, přední a zadní komora a sklivec. Zrakové ústrojí má i své **přídatné orgány**: víčka, slzná ústrojí, spojivky, okohybné svaly, fascie a vazivový aparát očníce (Čihák, 2016; Hudák, 2015).

**Spojivka** propojuje oční koulí s očním víčkem a usnadňuje tak hladké pohyby víčka po oční kouli při mrkání. Slzy, tvořené slznými žlázami, čistí povrch očního bulbu a následně jsou odváděny kanálkem do nosní dutiny. Velmi jemné pohyby očí jsou zajišťovány souhrou 6 okohybných svalů, inervovaných ze tří různých nervů. Vazivový aparát tvoří očnímu bulbu oporu a fixaci v očníci (Hudák, 2015).

**Bělima** neboli skléra je ochranná vrstva oka, vpředu přecházející v průhlednou rohovku, přes kterou světelné paprsky vstupují do oka. Další vrstvou je pigmentovaná cévnatka, obsahující rozsáhlou cévní síť, která se stará o výživu oka. V jejích zadních dvou třetinách se nachází sítnice (Čihák, 2016).

**Sítnice** je rozsáhlé seskupení nervové tkáně, zasahující až k řasnatému tělísku. Je tvořena deseti vrstvami, světločivnými buňkami a čtyřmi typy neuronů. Těsně za sítnicí pigmentová vrstva cévnatky pohlcuje světelné paprsky a zamezuje tím zpětnému odrazu paprsků do sítnice, a tak rozmazanému vidění (Petrovický, 2001).

Axony gangliových buněk dále vytváří **optický nerv** (nervus opticus). Ten se skládá z 1 milionu nervových vláken (Čihák, 2016) a opouští oční bulbus v oblasti zadního pólu v papile společně s retinálními cévami. Zde se nenachází žádné zrakové receptory, proto se nazývá slepá skvrna. Na zadním pólu se též nalézá pigmentovaná žlutá skvrna (macula lutea), která je u člověka místem nejvyšší zrakové ostrosti. Je to ztenčené místo sítnice, nachází se zde největší koncentrace čípků. Při sledování předmětu se zdravé oko pohybuje tak, aby paprsky, vycházející z pozorovaného předmětu dopadaly na střed žluté skvrny (fovea centralis).

Povrchová vrstva sítnice je jediné místo v těle, kde je možné snadno sledovat arterioly. Proto je oftalmologické vyšetření velmi významným prostředkem v diagnostice a hodnocení diabetu, hypertenze a dalších cévních onemocnění.

Průhledná **čočka** je upevněna na závěsném aparátu upínajícím se do řasnatého tělíska, což je ztluštělá část cévnatky. Čočka je chráněna průhledným blanitým pouzdrém (Čihák, 2016). Před čočkou se rozprostírá pigmentovaná neprůhledná **duhovka**. Ta má funkci clony. Součástí duhovky je svalovina, která zužuje či rozšiřuje **zornici**, a tím reguluje množství pronikajících světelných paprsků. Svůj průměr může zornice zvětšit až pětinasobně (Petrovický, 2001).

Čirou rosolovitou hmotou-**sklivcem**, je vyplněn prostor mezi čočkou a sítnicí. Přední komora oka je vyplněna komorovou vodou, která se tvoří v řasnatém tělísku. Resorpce této čiré tekutiny je zajištěna venozním kanálkem. Při uzávěru tohoto odtoku dochází ke zvýšení nitroočního tlaku a k závažnému onemocnění glaukom. Stejně tak může být glaukom způsoben také posunem duhovky vpřed (Kuchynka, 2016).

## 3 FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE OPTICKÉHO SYSTÉMU

### 3.1 Fyziologie

Tvrzení, že zrak je dominantní smysl člověka stojí na biologickém základě. 70 % sensorických receptorů se nachází ve zrakovém ústrojí. Na zpracování zrakových informací (kromě korových oblastí) se podílí přibližně 1 mil neuronů. Pro porovnání: ke zpracování sluchových informací je k dispozici pouze asi 30 000 neuronů. Až 60 % energie mozkové kůry je spotřebována na zpracování zrakových podnětů (Šikl, 2012).

Zraková ostrost (visus) je míra přesnosti, s jakou dokážeme rozlišit detaily a obrysy pozorovaného předmětu. Zraková ostrost se vysvětluje jako nejmenší úhel, pod kterým rozlišíme dva body od sebe na určitou vzdálenost. Nejběžněji je vyšetřována pomocí Snellenových optotypů. Při tomto vyšetření stojí pacient 6 metrů před pozorovanou tabulkou a cílem je přečíst řádek s co nejmenším písmem. Výsledek se pak určuje zlomkem, kde číselník vyjadřuje vzdálenost vyšetřovaného pacienta před pozorovaným objektem a jmenovatel je největší vzdálenost, ze které ten samý řádek přečte osoba s neporušeným zrakem. Výsledek v normě je tedy 6/6, zhoršená zraková ostrost je například 6/30 (Rokyta, 2015).

Jedním z mnoha faktorů, ovlivňujících zrakovou ostrost je fyziologický fixační nystagmus. I při fixování oka na konkrétní nepohyblivý předmět oko nezůstává v klidu a stále se nepatrně pohybuje. Tento jev je nezbytný pro normální zrakovou ostrost. Dále zrakovou ostrost ovlivňují optické faktory, charakter sítnice, stav čípků a tyčinek a dále vnější faktory- osvětlení, jasnost podnětu, kontrast vůči ostatním předmětům, doba pozorování (Ganong, 2005; Janečka, 2013).

Dle Beresforda (1999) můžeme pohyby očí rozdělit do několika kategorií:

- sakadické pohyby-potřebné například při čtení textu
- sledovací pohyby-při pozorování pohybujícího se předmětu
- pomalé odchylování-při upřeném sledování malého bodu několik vteřin pohled opakovaně pomalu uhne a zase se vrací k bodu

Pohyby očí se také rozdělují na vědomé a nevědomé.

Z hlediska funkce lze oční pohyby též dělit na gaze holding pohyby, které udržují sledovaný objekt v místě nejostřejšího vidění na fovea centralis při pohybu hlavy nebo samotného objektu a gaze shifting pohyby umožňující umístění nového obrazu objektu do místa nejostřejšího vidění ve středu žluté skvrny (Mtui et al., 2017).

Gaze holding pohyby očí udržují stabilitu obrazu při pohybu hlavy pomocí vestibulookulárního reflexu, optokinetického reflexu a sledovacími pohyby. Při vestibulookulárním reflexu registrují mechanoceptory labyrintu pohyby hlavy a na základě těchto informací jsou prováděny rychlé pohyby očí tak, aby stabilizovaly obraz. Pro sledování pohyblivého předmětu slouží sledovací pohyby očí, pro něž je zásadní schopnost mozku vyhodnotit rychlost pohybujícího se obrazu objektu na sítnici (Leigh et al., 2015).

Gaze shifting pohyby se uplatňují při zaměření pohledu na nový objekt, který se z periferie dostane do centra zorného pole do nejostřejšího vidění. K tomuto slouží například sakadické pohyby- rychlé trhavé pohyby očí (Mtui et al., 2017).

Zrakový systém se podílí na tvorbě obrazu, stejně tak ale i na určování jakosti sledovaného objektu: velikosti, rychlosti pohybu, vzdálenosti a poloze objektu. Dále umožňuje schopnost odhadnout povrch, hmotnost, stáří, složení a účel předmětu, porovnání dvou předmětů mezi sebou, porozumění psanému textu, regulace rovnováhy a směru pohybu (Šikl, 2012).

Schopnost vidění se učíme. Již dítě zrakem začíná postupně rozeznávat mezi vlastním tělem a okolím, dále rozpoznávat předměty a barvy. Každou naučenou dovednost můžeme ovlivňovat terapií, právě proto i zrakové vnímání (Beresford, 1999).

## 3.2 Patofyziologie

Zrakové vady jsou způsobeny:

- Změnou zrakové ostrosti (refrakční vady)
- Změnou šíře zorného pole (skotom-slepé místo, trubicovité vidění...)
- Okulomotorickou poruchou (strabismus)
- Poruchou ve zpracování zrakových podnětů (kortikální slepota, agnosie...)
- Změnou barvocitu



### **Poruchy zrakové dráhy a centrální poruchy zraku**

Při porušení n.opticus dochází k úplné slepotě na straně porušení. Při úplném poškození chiasma opticum dojde k úplné ztrátě zraku obou očí. Částečné poškození chiasma opticum způsobí výpadek nesouhlasných polovin zorných polí (hemianopsii). Poškození za chiasma opticum způsobí výpadek shodných polovin zorných polí na opačné straně léze (Králíček, 2011). Částečným poškozením dochází pouze k výpadku jednoho kvadrantu zorného pole. Postižením tractus opticus nemusí dojít k úplné nevidomosti, poškozením primární zrakové kůry už ale ano. Při jednostranném poškození primární zrakové kůry dochází ke kontralaterální homonymní hemianopsii se zachovalým centrálním viděním. Poruchy vyšších center, které zpracovávají zrakové informace, člověku přinesou deficit specifických funkcí jako gnosie, vizuálně-motorických funkcí a orientace v prostoru, vizuální paměti, vnímání a pochopení viděného (Moravcová, 2004; Králíček, 2011).

Z patofyziologického hlediska popíši detailněji jen pár příkladů onemocnění zrakového ústrojí.

Nejčastější poruchou zrakového ústrojí jsou **refrakční vady**. Refrakční vady způsobují rozostřené vidění nesprávným promítnutím obrazu na sítnici kvůli chybné lomivosti paprsků světla. Do refrakčních vad se řadí krátkozrakost, dalekozrakost a astigmatismus.

**Astigmatismus** je stav, kdy jsou oční bulbus nebo rohovka patologicky zakřiveny a vytváří tak zkreslený a rozmazaný obraz na sítnici. Příčin astigmatismu je mnoho: dědičnost, těžký porod, rychlý prudký náraz (autonehoda), nebo dokonce vadné držení těla. Zrakem se nevědomě stále snažíme určovat vodorovnou polohu a tím napomáhat udržování rovnovážné polohy těla. Při navyklém uklánění hlavy k jedné straně, např. při vadném držení těla, se přizpůsobují svaly oka nerovnoměrnému zatížení. To je pak příčinou zakřivení očního bulbu nebo rohovky (Rokyta, 2015).

**Glaukom** je soubor onemocnění, při kterém je postižena papilla zřetivého nervu. Příčinou glaukomu bývá většinou zvýšený nitrooční tlak a onemocnění má většinou velmi špatnou prognózu. Při pohybových aktivitách jsou kontraindikovány izometrická cvičení ve výdrži, předklony, činnosti s rizikem úderu do hlavy, skoky do vody a také např. dlouhodobě vytrvalostní činnosti. Naopak se obecně doporučuje dynamická tělesná aktivita (Kraus et al. 1997).

**Katarakta** způsobuje částečnou či úplnou neprůhlednost čočky. Šedý zákal postihuje část zorného pole a zhorší vizus, což může způsobit zhoršenou orientaci v prostoru (Řehák, 1989).

**Degenerativní onemocnění sítnice** je soubor onemocnění postihujících sítnici. **Stargardtova makulární juvenilní degenerace** je vzácné degenerativní onemocnění s počátky v dětském věku, postihující centrální zorné pole a periferie bývá v pořádku. Toto onemocnění omezuje zorné pole a zhoršuje vizus až do pásma těžké slabozrakosti. Velké zhoršení vizu způsobí problém v orientaci jedince. Onemocnění postupuje velmi pomalu a tak dává možnost jedinci se na změny postupně adaptovat (Vágnerová, 1995).

Do studií pro přesné odlišení centrálního a periferního vidění je výhodné zapojit právě pacienty se Stargardtovým syndromem.

Ve studii Agostini et al. (2016) tito pacienti dokonce předčili kontrolní skupinu při stožení se zavřenými očima v medio-laterálním vychýlení centre of pressure (COP). V antero-posteriorním směru nebyly významné odlišnosti. Výsledky ukazují, že tito pacienti se méně spoléhají na zřetivé informace a adaptovali se na deficit zřetivé aferentace z centrální oblasti. Studie naznačuje vliv centrálního zřetivého pole na mediolaterální posturální zajištění.

**Tapetoretinální degenerace** naopak postihuje periferii zorného pole. Pacient má potíže s prostorovou orientací a špatně se adaptuje na tmou. Onemocnění začíná taktéž v dětství. Kvůli špatné adaptaci na tmou potřebují tito lidé vždy dobré osvětlení prostoru, jinak hrozí úraz apod. Postižený touto vadou se začíná hůř orientovat v prostředí. Postupně onemocnění vede až k trubicovitému vidění, které je příčinou až praktické nevidomosti.

**Diabetická retinopatie** taktéž způsobuje výpadky zorného pole a snížení zrakové ostrosti. Toto onemocnění je příčinou až 18% případů získané nevidomosti (Kraus et al., 1997). Při odchlípnutí sítnice je potřeba vyvarovat se cvičení s doskoky, tvrdých dopadů a zdvihání těžkých břemen.

**Kortikální slepota** je stav, kdy je postižena okcipitální kůra (nejčastěji ischemií), ale zrakový analyzátor je v pořádku. Zornice těchto lidí reagují na osvit. Toto postižení má více stupňů od zachovalého zrakového vnímání v centrální oblasti zrakového pole až po úplnou ztrátu veškerých zrakových vjemů (Hradílek, 2006).

### 3.3 Klasifikace zrakového postižení

Terminologie zrakového postižení a jejich klasifikace se liší u různých autorů. Některé klasifikace posuzují zrakové postižení z pohledu zrakové ostrosti, jiné spíše z funkčního hlediska.

Podle Müllera (2001) má zrakově postižená osoba i po maximální možné korekci své zrakové vady problémy v běžném životě. Zrakové postižení nelze jakoukoli korekcí zoptimalizovat.

**Klasifikace dle WHO** rozděluje zrakové postižení takto:

- **Střední slabozrakost** je zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/18 (0,30) - minimum rovné nebo lepší než 6/60 (0,10); 3/10 - 1/10, kategorie zrakového postižení 1
- **Silná slabozrakost** je zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 6/60 (0,10) - minimum rovné nebo lepší než 3/60 (0,05); 1/10 - 10/20, kategorie zrakového postižení 2
- **Těžce slabý zrak** je **a)** zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí: maximum menší než 3/60 (0,05) - minimum rovné nebo lepší než 1/60 (0,02); 1/20 - 1/50, kategorie zrakového postižení 3 **b)** koncentrické zúžení zorného pole obou očí pod 20 stupňů, nebo jediného funkčně zdatného oka pod 45 stupňů
- **Praktická slepota** zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí 1/60 (0,02), 1/50 až světlocit nebo omezení zorného pole do 5 stupňů kolem centrální fixace, i když centrální ostrost není postižena, kategorie zrakového postižení 4

- **Úplná slepota** ztráta zraku zahrnující stavy od naprosté ztráty světlocitu až po zachování světlocitu s chybnou světelnou projekcí, kategorie zrakového postižení 5

Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů - desátá revize (MKN-10), vydal Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (2014)

Klasifikace-podle Vágnerové (2004) rozděluje zraková postižení na:

- Slabozrakost
- Praktická nevidomost
- Nevidomost

Květoňová (2000) poukazuje na rozdělení druhů poruch: zorného pole, zrakové ostrosti, převodních a okulomotorických poruch a poruch barvocitu.

## 4 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ

Zrak nám umožňuje ve velmi krátkém časovém úseku nashromáždit mnoho důležitých informací o našem okolí. Zrakové vnímání je velmi komplexní proces. Ke zpracování zrakového podnětu je používána velká část mozku (kognitivní, exekutivní a emoční procesy). Korové oblasti, určené ke zpracování viděného, se nachází v okcipitálním, temporálním, parietálním laloku a zaujímají až 30% povrchu mozkové kůry (Šikl, 2012).

Vizuální vnímání poskytuje pozorovateli informace o předmětech a událostech v jeho okolí, které následně napomáhají jeho účelnému jednání. Více autorů se shoduje na tom, že zrakové vnímání není přesné detailní zobrazení všech okolních skutečností, ale je určitou interpretací, přizpůsobenou osobě pozorovatele, jeho předchozím zkušenostem a prováděné činnosti (Kuchynka, 2016).

Zrakové vnímání je tok informací, který je pro nás inspirací k přemyšlení o okolním světě. Zrak nám umožňuje rozpoznávat prostorové rozložení objektů, změnu podoby předmětu při měnícím se úhlu pohledu v průběhu pohybu pozorovatele či objektu, dále umožňuje vnímat barvy, tvarové a povrchové charakteristiky, zařazení předmětu do určité kategorie objektů a určení jeho zvláštností. Vidění nám napomáhá s vytvářením vlastní mapy vnějšího světa. Řadu situací řešíme pouze na základě vjemu a bezprostřední reakce na něj, jako např. při vyhýbání se překážkám při chůzi. Zrakové vnímání nám napomáhá pochopit dění v našem okolí a efektivně se v něm pohybovat (Šikl, 2012).

## 5 POSTURÁLNÍ STABILITA

Postura označuje polohu těla v prostoru, udržující tělo v rovnováze během dynamických pohybů a v klidu. Můžeme ji definovat jako jakoukoli rovnovážnou polohu, zajišťující maximální stabilitu s minimální spotřebou energie a napětím v muskuloskeletálním aparátu (Carini et al., 2017). Postura je automatická a nevědomě zaujímaná poloha, je odpovědí těla na gravitaci. Nejdůležitější úlohou postury je udržování rovnováhy. Zajištění postury je nutnou podmínkou každé motorické aktivity (Vařeka & Vařeková, 2009). K udržování rovnováhy těla v prostoru napomáhají neurofyziologické, biomechanické a psychické faktory.

Posturální stabilita je udržována souhrou různých systémů a je nezbytná pro lokomoční pohyb a výkon denních aktivit. K zajištění rovnováhy těla v prostoru je potřeba integrace senzoričtých vstupů, senzomotorická integrace za pomoci centrální nervové soustavy (CNS) a odpověď pohybového aparátu (Bandy et al., 2013). Výkonnou složkou postury je muskuloskeletální systém, který je koordinován za pomoci drah centrální nervové soustavy (CNS) vytvářející svalový tonus (Janečka, 2013). Motorická aktivita svalů je ovlivněna facilitací a inhibicí motoneuronů, vycházející z eferentních a aferentních vzruchů včetně nocicepce. Facilitační i inhibiční funkce pochází z kortikálních, subkortikálních struktur či přímo z periferie (Kolář, 2009). Pohybový systém se neustále přizpůsobuje novým posturálním nárokům těla (Véle, 1995).

Posturální motorika je nevědomované neustálé zaujímaní polohy těla proti gravitaci a dalším silám působícím na tělo. Díky ní si zachováváme vzpřímený postoj těla, chrání nás před pádem a zajišťuje pohotovost k zahájení pohybu a ukončení pohybu (Vařeka & Vařeková, 2009; Véle, 2006). Nedílnou součástí její úlohy je také zajištění sledování okolí tak, aby paprsky sledovaného předmětu směřovaly vždy do středu žluté skvrny a umožňovaly co nejostřejší vidění. Okohybné svaly tudíž patří do skupiny svalů zajišťujících posturální motoriku. Zrakově postižené osoby mají podle Janečky (2011) nesprávný vývoj také propioceptivního vnímání kvůli deficitu zrakové zpětné vazby a využívají v zajištění posturální stability převážně kyčelní strategie.

Posturální motorika má statickou (tonickou) a dynamickou složku, které nám umožňují udržování postury těla v klidu i při pohybu a po něm (Véle, 2006). Příkladem statické posturální motoriky jsou lokální statické reakce. Např. u stojící osoby při rozjíždění metra se zvýší tonus dolní končetiny, která se nachází vzadu, při zastavování je tomu naopak. Lokální statické reakce můžeme vyvolat také např. taktilním podnětem. Složitějším typem zajišťování stability při statické zátěži je segmentální statická reakce. Při určitém pohybu končetiny se kontralaterální končetina nastaví automaticky recipročně. Tento druh posturální motoriky je zajištěn hlavně míchou, ale je ovlivnitelný i vůlí. Posturální reakce celého těla umožňují vzpřímený postoj a vyvažování při vychýlení různými poskoky, úkroky. V průběhu stárnutí se mění i doba posturální reakce na vychýlení. To způsobuje rozdíly v četnosti zlomenin u dospělých a starších lidí (Rokyta, 2015).

Ukázkou náhlého výskytu posturálních reakcí omezením některých systémů, je demonstrován jejich vliv na posturální stabilitu. Při klidném spatném stoji pacient zavře oči, následně se zvýší tonus svalů jeho dolních končetin a vykazuje určité odchylky od vertikály (titubace). Vliv vestibulárního systému prokážeme při náklonu hlavy do strany či dopředu. Znovu se objeví zvýšení tonu svalů dolních končetin a mírné titubace - do 5 stupňů prostorového úhlu jsou fyziologické. Průkaz vlivu somatosenzorického systému ukáže stoj např. na měkkém povrchu (Rokyta, 2015).

Důležitost informací z jednotlivých senzoričtých systémů v zajištění posturální stability se v závislosti na okolních podmínkách mění. Zdravá osoba se při stoji na rovné podložce nejvíce spoléhá na propioceptivní systém (70 %), dále na vestibulární systém (asi 20 %) a až naposledy na zrak (10 %). Při stoji na nerovné podložce se zdravá osoba začíná více spoléhat na zrakový a vestibulární systém. Důležitost propiocepce v tomto případě naopak klesá (Peterka, 2002; Janečka, 2013).

## 6 VIZUÁLNÍ AFERENTACE A MOTORICKÝ PROJEV

### 6.1 Vliv vizuální aferentace na posturální kontrolu

Regulace pohybu stojí na komplexní senzomotorické regulaci. Na základě zpracování sensorických informací získáváme vnitřní představu o pohybu a jeho regulaci. Tuto představu využíváme při plánování, opravě a vyhodnocování svého pohybu či také při vedení např. fyzioterapeutem (Janečka 2013).

Posturu ovlivňují tři sensorické vstupy, jednou z těchto modalit je i zrak. Lidé s vizuálním deficitem musí v udržování rovnováhy více spoléhat na propioceptivní a vestibulární systém (Tomomitsu, 2013, Lord, 2000; Aydoğ, 2006). U zrakově postižených osob se proto kompenzatorně zvyšuje citlivost vestibulárního a propioceptivního systému, těžké postižení zraku ale není možné těmito systémy plně kompenzovat a osoby se ZP mají obtížnější zajišťování posturální stability (Ray et al. 2008).

S nedostatečnou zrakovou informací se tedy zvyšuje posturální instabilita a tím také riziko pádů a zranění. Srovnáním nevidomých a vidících pacientů ve statické a dynamické rovnováze bylo zjištěno, že ze tří vstupních aferentních sensorických informací přináší nejvíce vjemů právě zrakový systém. Dle Friedricha et al. (2008) přináší vizuální systém téměř 80 % smyslového vnímání.

Vizuální zpětná vazba hraje významnou roli v udržení rovnováhy zejména při dynamických úkolech a na měkké podložce. Jedinci se slabozrakostí měli horší posturální stabilitu v těchto situacích než jedinci s normálním zrakem. (Tomomitsu 2013). Výsledky studie autora Giagazoglou et al. (2009), hodnotící posturální stabilitu a svalovou sílu dolních končetin (DKK) u těžce zrakově postižených a zdravých jedinců, ukázaly, že byla u všech ZP snížena posturální stabilita v antero-posteriorním i medio-laterálním směru. Svalová síla DKK se výrazně nelišila u obou skupin. Dále byly hodnoceny oscilace COP při stoji spatném, tandemovém a stoji na jedné DK. U ZP pacientů bylo ve srovnání se zdravou populací prokázáno výraznější vychylování COP. Výsledky oscilace COP se shodují i s výsledky jiných autorů, např. Schmid et al. (2007).



V případě náročnějších posturálních situací (nerovný povrch či chůze po schodech) lidé se ZP využijí spíše kyčelní strategie k navrácení stability, zatímco zdraví jedinci tyto situace vyřeší hlezenní strategií (Horvat et al., 2007).

Nedostatečnost vizuálních informací se projevuje i na posturálních odchylkách muskuloskeletálního systému. Nejčastější posturální odchylkou u ZP osob je zvýraznění kyfo-lordotických křivek, přičemž nejpatrnější posturální odchylky se nachází v oblasti krční páteře (Narvila, 2014). Při srovnání se zdravou populací se u nevidomých dětí častěji vyskytují i jiné posturální odchylky muskuloskeletálního systému jako jsou různé deformace nohy, skoliózy, vyšší laxicita vaziva (Seranton et al., 2000).

## **6.2 Motorické učení a psychomotorický vývoj u zrakově postižených**

Učení nového pohybu probíhá za normálních okolností nejvíce za pomoci vizuální kontroly. Významnou motivací k pohybovému a kognitivnímu vývoji jsou u dětí právě zrakové vjemy. Zrakové vnímání nám pomáhá si vytvořit detailní představu o vlastní poloze, pohybu a okolí. Lidé se ZP si vytváří představu o vnějším světě a vlastním pohybu na podkladě kvantitativně i kvalitativně horších vizuálních vjemů. Proto je vnitřní představa o okolním světě ZP kvalitativně změněna oproti běžné populaci (Keblová, 1998). Osvojování pohybových dovedností je značně omezeno změněným vnímáním prostředí, nemožností vnímání komplexního procesu ukazované činnosti i detailu a s tím spojeného získávání motorických zkušeností. (Valenta, 2003; Bláha, 2001).

Imitační učení pohybu je především založeno na pozorování pohybu a vytvoření si vlastní představy. Případným slovním dokreslením při učení se rozvíjí také abstraktní myšlení jedince, sémantický aparát a slovní zásoba. U osob s lehčím ZP probíhá učení obdobně jako u zdravé populace, u osob těžce zrakově postižených či nevidomých tento typ učení ale není možný. Nemožnost imitačního učení pohybovým dovednostem se podepisuje na rychlosti motorického vývoje, kvalitě prováděných pohybů a na jejich využití v běžných situacích. Proto je nesmírně důležitá zpětná vazba o správnosti provedení pohybu a detailních informacích z okolí, poskytovaná rodičem či terapeutem (Janečka, 2013). ZP s nižším stupněm postižení přijímají informace ve velké míře zrakem. Tyto osoby mají reálnější představu o pohybu, prostoru a dokáží se v něm

lépe realizovat. Je ale vhodné vizuální informace doplňovat o další senzorycké vjemy. Větší nároky na zrakové vnímání je pro takto ZP náročné (Bláha, 2001).

Instrukční učení vyžaduje správnou představu pod vyslovenými termíny. Tento způsob ale naráží na omezenou pohybovou představu a slovní zásobu ZP. Ve zkoumání prostředí je tak akcentován hmat. Zprostředkování těchto informací je ale omezeno velikostí předmětů, vzdáleností, pohybem předmětu a nutností přímého kontaktu (Požár, 2007). To způsobuje chudost pohybového projevu, senzoryckou deprivaci a strach z volného prostoru (často kompenzovaný kývavými pohyby těla), výskyt kyfotického držení, omezené možnosti časoprostorového odhadu a v neposlední řadě zhoršené socializační podmínky (Valenta, 2003).

Ideomotorické učení založené na představě o pohybu, a tím dráždění kinestetických buněk (Rychtecký et al., 1998), je přirozený a nejspíše dominantní druh učení u lidí s těžším ZP (Jansa et al., 2007). Pro plné využití ideomotorického učení je ale zapotřebí již určitá pohybová vzpomínka, vizuální vzpomínka nebo pohybový vzorec (Dobry, 1997).

U zrakově postižené populace je tedy důležité zvolit vhodný způsob efektivního pohybového učení dle individuálních specifik postižení. Specifický druh učení napomůže kompenzovat deficity senzomotorických dovedností ZP (Válková, 2010).

Pohybové schopnosti u lidí se zrakovým postižením tedy do jisté míry určují stav zrakového ústrojí, doba vzniku a rychlost průběhu zhoršování (Potměšil, 2008). Nejhorší dopad na motoriku jedince má kongenitální nevidomost. Zrakové postižení ztěžuje samotný pohyb v prostoru a prostorovou orientaci (Keblová, 1996).

U dítěte se chybění potřebných zrakových informací nemusí projevit jen opožděným vývojem, ale také vznikem patologických svalových souher, deficitem propojení vizuálních, propioceptivních a vestibulárních informací (Prechtel et al., 2001). Postižení má dopad na emoční, kognitivní i motorickou stránku osoby (Keblová, 2001). Zraková deprivace může u těžce zrakově postižených či nevidomých dětí vést až k pasivitě, zapomínání pohybů a nenaplnění přirozené potřeby pohybu (Nielsen, 1998). Takové děti dosahují celkově nižší tělesné zdatnosti a mají menší spektrum osvojených pohybových dovedností. Často se stává, že mají strach z pohybu v prostoru a více se izolují. Vyskytuje se u nich neadekvátní mimika a pohyby těla kvůli snížené sebereflexi (Leverenz, 2009).

Tyto jedince je proto dobré podporovat v prožití rozmanitých pohybových situací (např. řízenými pohybovými aktivitami, tréninkem) a důkladně jim jiným

způsobem zprostředkovat dokreslující informace o pohybu, které zdraví bezděčně přijímají zrakem (Bietz, 2002).

### **6.3 Ovlivnění dalších senzoričských systémů u zrakově postižených**

Porucha zrakového systému ovlivňuje další senzoričské systémy, které využívají pro svou funkci těchto informací. V zajišťování posturální motoriky jsou funkčně propojeny tři senzoričské systémy. Zrakové vjemy přinášejí důležitou zpětnou vazbu pro propioceptivní i vestibulární systém. Změněná funkce zpětné vazby zrakového ústrojí u dětí se ZP je také jednou z příčin opožděného vývoje jejich motoriky (Prechtl et al., 2001).

Proprioceptivní systém umožňuje hluboké cití, dodávající informace o poloze a pohybu těla. Do proprioceptorů patří svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska, mechanoreceptory kloubních pouzder a kožní receptory (Rokyta et al., 2008). Uvědomění si polohy a pohybu vlastního těla v prostoru stojí především na aferenci z těchto receptorů a integraci v mozkové kůře (Ganong, 2005). Hluboké cití zahrnuje vnímání vzájemné polohy částí těla (statestézie), vnímání pohybu vlastního těla (kinestézie) a nocicepce (Rokyta et al., 2016). Poruchy vnímání vlastního těla se projevují především v plánování pohybů a náležitém posturálnímu řízení (Kolář et al., 2009).

Nedostatek vizuální zpětné vazby negativně ovlivňuje propioceptivní vnímání a vývoj mozečkových funkcí u zrakově postižených (Prechtl et al., 2001). Vlastní pohyby vyhodnocujeme zpětnovazebnými procesy pomocí zrakového či propioceptivního systému. Zrakově postižené osoby se v procesu zpětné vazby více musí spoléhat na propioceptivní systém. Kvůli omezené zpětné vazbě zrakovým systémem se v motorickém projevu těchto osob objevují neefektivní a neekonomické pohyby a pohybové programy. Na tomto podkladě dochází k neadekvátnímu rozvoji propioceptivního vnímání, ten pak ovlivní představu o tělesném schématu. Změna propioceptivního vnímání se promítá do svalového napětí, rovnovážných funkcí, postury, laterality a prostorové orientace. Vývoj propioceptivního vnímání je obecně ovlivněn u těchto lidí sníženou možností provádět pohybové aktivity (Blach et al., 1997).

Selektivní provádění pohybů a schopnost relaxace úzce souvisí s úrovní stereognosie a somatognosie jedince (Kolář et al., 2008). Podle Stráneckého (2009) si lidé s patologicky změněnou stereognosií a somatognosií nedokáží plně uvědomovat svou polohu částí těla v prostoru (např. polohu hlavy). Pokud si děti nevytvoří určitou kvalitu představy o vlastním schématu těla, je upravování držení těla náročnější. Somatognosie a stereognosie je potřebná v dovednostech jako např.: odhad vzdálenosti, udržení přímého pohybu, chůze nebo vnímání sklonu terénu (Balunová et al., 2001).

## 7 SLOŽKY ZRAKOVÉHO VNÍMÁNÍ

### 7.1 Centrální a periferní vidění

V různých studiích je poukazováno na rozdílnou úlohu centrálního a periferního vidění v posturální kontrole. Teorie konkrétního funkčního rozdělení se ale u různých autorů poněkud liší. Podle Berencsi et al. (2005), Amblard et al. (1980) a dalších starších publikací je periferní vidění při udržování postury dominantní. Jiný autor Berdy et al. (1999) tvrdí, že centrální i periferní vidění má stejný funkční vliv na udržení vzpřímeného stoje. Dle Agostini (2016) či Nougier et al. (1997) existují v zajišťování posturální stability funkční rozdíly a doplňkové role centrálního a periferního vidění. Periferní vidění má dle autorů dominantní vliv v antero-posteriorním zajištění stability (především pomocí hlezenní strategie) a centrální vidění má dominantní úlohu v medio-laterální stabilitě (zajišťovanou především kyčelní strategií).

Vnímané vizuální podněty mají excitační vliv na posturální svaly, ale tato motorická reakce se různí u stimulace centrální či periferní části zorného pole. Podněty přicházející z periferie zrakového pole mají tendenci posturální výchyly stabilizovat, zatímco podněty přicházející převážně z centra zorného pole posturální výchyly spíše zvětšují. Zajímavé je, že posturální výchyly se podobají v případě stimulace optického centra a v situaci bez zrakové kontroly (Raffi et al., 2014; Piras et al., 2018).

Poruchy v periférii zorného pole zhoršují prostorovou orientaci. Osoby s takovou poruchou většinou využívají pomůcky jako je hůl, dále je jim poskytován orientační a pohybový trénink, popř. vodící pes.

Osoby s centrálním poškozením zorného pole mají problém s fixací předmětů a čtením textu. Osoba s absolutním centrálním skotomem je nucena například při čtení mít zvětšený text a musí se naučit excentrický způsob fixace. Tyto osoby mají k dispozici mnoho kompenzačních pomůcek - digitálních lup, zvětšovacích přístrojů, dalekohledů atd. Speciálním tréninkem excentrické fixace lze zlepšit rychlost čtení (Traettel, 2011).

### 7.2 Prostorové vidění

Prostorové vidění zajišťované správnou spoluprací obou očí a fúzí obrazů sítnic je důležitou součástí při odhadech vzdálenosti, hloubky či rychlosti pohybu předmětů

v prostoru. I jen malá odchylka binokulárního vidění u sportovce omezuje přírůstek jeho výkonnosti. Proto je také důležitá co nejlepší korekce zrakových poruch sportovců. Kvalita prostorového vidění a prostorová orientace je potřebná především u míčových sportů (tenis), rychlostních sportů (sportovní létání) nebo sportů v členitém terénu (lyžování). Poruchy binokulárního vidění jsou kompenzovány prizmatickými dioptriemi.

Vnímání prostorového uspořádání se rozvíjí od raného dětství. Po bližším předmětu dítě sáhne a o vzdálenější si řekne brekem. Představa o prostoru a vzájemných vzdálenostech se dítě učí například přeskládáním, stavěním, posunováním a házením předmětů. Mezi 6. a 7. rokem života teprve dítě dochází detailnějšího odhadu v prostoru (JEŘÁBKOVÁ, 2011).

## 8 VYŠETŘENÍ VIDĚNÍ

Kdybychom se podívali na vyšetření zrakové funkce komplexně, bude se jednat o vyšetření funkce zrakového analyzátoru (oka), tj. běžné oftalmologické vyšetření, a dále vyšetření zpracování zrakových informací a použití v dalších operacích (takové vyšetření se provádí např. u sportovců).

### 8.1 Vyšetření zrakového analyzátoru

#### **Vyšetření zorného pole**

Toto vyšetření sleduje hlavně poruchy zrakové dráhy a tím způsobené výpadky zrakového pole (skotomy) pomocí perimetru. Zrakové pole je oblast, kterou pozorujeme při klidném pohledu vpřed. Střed zorného pole tvoří fovea centralis, která je oblastí nejostřejšího vidění, na kterou se zobrazuje sledovaný předmět. Zorné pole je plochou nepravidelného oválného tvaru. Šíře zorného pole je dáno rozpětím sítnice a konfigurací obličejce. Při monokulárním poškození bývá postižena sítnice či zrakový nerv. Při binokulárních poruchách se poškození nachází dále ve zrakové dráze. Tato onemocnění nazýváme hemianopsie homonymní (se shodnými stranovým skotomem) či heteronymní. Pro osoby s hemianopsií bývá přínosný kompenzační stadický trénink (rychlé pohyby očí), který pomůže v orientaci v prostoru. Vede k rychlému prozkoumání celého prostoru zorného pole, obnoví schopnost čtení a tím zlepší kvalitu jejich života (Trauzettel, 2011).

Orientační vyšetření perimetrem provedeme tak, že si pacient zakryje jedno oko, dívá se vyšetřujícímu přímo na kořen nosu, vyšetřující prstem pohybuje v zorném poli pacienta a pacient hlásí, kdy prst vidí.

#### **Vyšetření fotoreakce**

Kapesní svítilnou zasvítíme do jednoho oka a sledujeme reakci zornic, které by se měly zúžit na obou očích současně, tedy způsobit miózu.

#### **Vyšetření zrakové ostrosti (visu)**

Zraková ostrost určuje minimální vzdálenost dvou bodů, které je schopno oko rozpoznat od sebe. Zraková ostrost přímo závisí na hustotě světločivných buněk. Největší množství čípků se nachází ve fovea centralis, a proto je také místem

nejostřejšího vidění. Aby mozek rozeznal dva body od sebe, je potřeba takové podráždění čípků, aby mezi podrážděnými byl alespoň jeden nepodrážděný. Rozpoznání bodů od sebe závisí na jejich vzdálenosti a vzdálenosti bodů od oka (úhlu). Při vyšetření zrakové ostrosti se nejčastěji používají Snellenovy optotypy, t.j. tabulky písmen, číslic, tvarů, které pacient čte z určité vzdálenosti. Snížení zrakové ostrosti se vyskytuje nejčastěji u refrakčních vad, poruše průhlednosti části oka, lézi v centrální oblasti zorného pole a tupozrakosti.

### **Oftalmoskopie**

Tímto vyšetřením se zkoumá oční pozadí (odražení svazku rovnoběžných paprsků světla od sítnice) při neakomodovaném pohledu. Oftalmoskopie odhalí refrakční vady, choroby sítnice a zrakového nervu. Umožňuje hodnotit nitrooční tlak a stav cév, jejichž vzhled se mění při celkových onemocněních, jako např. ateroskleróza, hypertenze, diabetes mellitus.

### **Vyšetření stereopse (prostorového vnímání)**

Stereopse je umožněna binokulárním pohledem. Dochází k fúzi obrazů sítnic a k prostorovému vidění. Vyšetřuje se pomocí speciálních polarizovaných brýlí, přes které pacient pozoruje objekt, jenž má uchopit. Při neporušené stereopsii se snaží pacient uchopit plošný obrázek předmětu nad podložkou, protože mu obraz vystupuje do prostoru.

### **Vyšetření barvocitu**

Člověk má trichromatické vidění barev, které je umožněno hlavně třemi typy čípků. Vyšetření se provádí na tabulkách různě barevných bodů, které mají stejný kontrast. Barvocit je důležité vyšetřit např. u osob pracujících v dopravě, nejčastější poruchou je záměna zelené a červené barvy. Zajímavým faktem je, že oko si dokáže zvyknout na určitou barvu. Například fotbalisté v Manchester United mají každý rok domácí dresy stejné barvy, protože provádí vizuální trénink založený na periferním vnímání barev (JEŘÁBKOVÁ, 2011).

Barevná perimetrie odhalí odchylky barvocitu v relativních skotomech. Různé barvy vnímáme pouze v určité části zorného pole.



Trénink schopností vidění je zapojován do tréninkového programu sportovců v klidové fázi přípravy. Před zahájením vizuální terapie je důležité vyšetření těchto schopností se zaměřením na typ daného sportu.

## 8.2 Vyšetření kvality a účinnosti vidění u sportovců

Tradiční vyšetření zraku by mělo být např. u sportovců vhodně doplněno o zhodnocení zpracování viděného a následné motorické reakce. Vyšetřit by se tedy měl nejen zdravotní stav očí a zraková ostrost, ale také kvalita a účinnost vidění. Takovýmto vyšetřením dokážeme zhodnotit deficity vizuálního vnímání a zaměřit na ně vlastní trénink, který může být u sportovce významný ve zlepšování sportovního výkonu a optimalizace jeho vizuo-motorických schopností.

Mimo klasické vyšetření zraku se specificky testují u sportovců také:

- Koordinace oko-ruka, příklad klinického testu: Alternate hand wall toss test, při kterém má testovaný za 30 s co nejrychleji házet míček jednou rukou proti stěně a vždy opačnou rukou chytat.
- Dynamická zraková ostrost: Fixace předmětu při pohybu hlavy.
- Hloubková percepce: Měří se na speciálním přístroji Howard-Dolman Apparatus.
- Periferní vidění: Jedinec hlásí, kdy při fixaci pohledu vpřed registruje pohybující se prst vyšetřujícího, jedinci se hodí míč z jeho periferního pole, on fixuje pohled vpřed a chytá míč.
- Senzitivita na kontrast
- Sledovací pohyby očí, okulomotorické funkce
- Dominance oka
- Spolupráce očí

Specifické testy vizuální a vizuálně motorické percepce běžně probíhají také na specializovaných elektronických přístrojích, které se dále využívají v samotném sportovním vizuálním tréninku (jako je např. popisováno u Appelbaum, 2016).

## 9 TERAPEUTICKÉ PŘÍSTUPY

Jak bylo již zmíněno, při zajišťování posturální stability zajistí vizuální senzoričká aferentace velkou část potřebných informací, které jsou centrálně zpracovány s dalšími vstupy a následně jsou vydány příkazy motorickému výkonnému aparátu k posturální reakci. Motorická reakce musí mít náležitou míru rychlosti, síly a efektivní techniku (Applebaum, 2016). V terapeutických přístupech pro posturální stabilitu s důrazem na optickou funkci se zaměřím jak na fungování samotného oka jako přijímače, tak na vizuálně motorické schopnosti.

### 9.1 Terapeutické přístupy se zaměřením na vizuální složku

#### 9.1.1 Trénink posturální stability pomocí vizuální zpětné vazby

Vizuální biofeedback je v moderní terapii stále využívanější metodou k tréninku balančních schopností a prevenci pádů u různých diagnóz. Výhodou je, že data z průběhu tréninku jsou přesná a ihned přístupná. Nejčastěji se využívá u pacientů s neurologickým deficitem, např. u cévní mozkové příhody, Parkinsonovy choroby, roztroušené sklerózy apod., a u starších osob pro prevenci pádů. Mnoho studií potvrzuje pozitivní vliv vizuální zpětné vazby v tréninku posturální stability. Některými studii je doporučována jako doplňková metoda ke konvenční terapii. Ve studii (Kang, 2013) byl potvrzen statisticky významný efekt tréninku s použitím vizuálního biofeedbacku v terapii stability a prevence pádů seniorů. Studie byla prováděna na přístroji Tetrax systém, obsahující tlakovou plošinu a obrazovku, na které probandí sledovali odezvu průběhu svého tréninku. Z přístroje byly vybrány některé předpřipravené tréninkové programy (hry), ve kterých se promítal přesun jejich těžiště, zaznamenaný na plošině a dával vizuální zpětnou vazbu probandům o průběhu hry.

Ve studii Gheorge et al. (2015) byl zkoumán vliv vizuálního a audiovizuálního feedbacku na posturální stabilitu pacientů po cévní mozkové příhodě (CMP). U obou dvou skupin (s vizuálním i audiovizuálním feedbackem) byl prokázán pozitivní vliv této terapie. Pacienti stáli na plošině, snímající COP a převádějící je do počítačové hry. Pacienti sledovali průběh hry na obrazovce bez zvukového doprovodu či k tomu poslouchali vybranou rytmickou hudbu. U zkoumaných osob bylo prokázáno větší zlepšení posturální stability u probandů pouze s vizuální zpětnou vazbou. Studie byla ale limitována nízkým počtem probandů (celkem 5).

V metaanalýze 214 pacientů po CMP srovnávající terapii posturální stability vizuální zpětnou vazbou s terapií konvenční autoři ukazují, že léčba vizuální zpětnou vazbou neměla výraznější efekt oproti konvenčním metodám a doporučují neupřednostňovat terapii vizuální zpětnou vazbou před konvenční terapií posturální stability (Peppen, 2006).

V jiné studii Sackley et al. (2009) byl na 26 pacientech po CMP, rozdělených do dvou skupin (s vizuální zpětnou vazbou a bez ní) pozorován rozdíl výsledků tříměsíčního tréninku posturální stability. Bylo zaznamenáno významné zlepšení skupiny s vizuální zpětnou vazbou v symetrii stoje, ve vychylování těžiště, motorických funkcích a v activities of daily living (ADL). Autoři doporučují zařazení tréninku s vizuální zpětnou vazbou do fyzioterapeutických postupů při tréninku symetrie stoje a posturální stability. Po ukončení terapie se výsledky probandů dále samovolně nezlepšovaly.

Studie Taube et al. (2008) potvrdila pozitivní vliv vizuální zpětné vazby na výchylky COP u zdravých jedinců. Probandi měli lepší výsledky posturálního zajištění při zaměření pohledu na laserový bod na terči před sebou než bez této vizuální zpětné vazby.

Morone et al. (2014) ve své studii uvádí, že u pacientů v subakutním stádiu CMP byl trénink posturální stability pomocí videohry na přístroji Wii Fit s tlakovou plošinou účinnější než konvenční balanční trénink. Skupina s balančním tréninkem i skupina s terapií pomocí videohry k tomu absolvovaly ještě běžnou fyzioterapeutickou terapii u pacientů po CMP. Hlavními sledovanými parametry byla funkční rovnováha pomocí Berg Balance Scale, míra dysfunkce dle Bartel indexu, dále hodnocení chůze a rychlost chůze.

Ve studii Fritz et al. (2013) bylo testováno 30 probandů s chronickou CMP. Probandi podstoupili pouze trénink stability pomocí virtuální hry, které se věnovali 50-60 minut 4 dny v týdnu po dobu 5 týdnů. V této studii nebyly prokázány statisticky významné rozdíly před tréninkem a po 5 týdnech tréninku, ale oproti kontrolní skupině vykazovala trénující skupina pacientů lepší výsledky ve všech sledovaných hodnotách. V této studii byl použit pouze trénink stability pomocí videohry a byly zaznamenány malé pozitivní výsledky.

### 9.1.2 Sportovní vizuální trénink, trénink vizuálně motorických schopností

Sportovní vizuální trénink (SVT) se zakládá na tvrzení, že tréninkem okulomotorických, percepčních a vizuo-motorických úkolů se může zlepšit schopnost zpracovat viděné a motoricky na ně reagovat. Senzomotorické dovednosti jsou rozhodující pro sportovní výkon u velké řady sportů. SVT se stává stále více zapojuvaným do tréninkových programů sportovců zejména kolektivních, rychlostních a míčových sportů. SVT je stále více přizpůsobován podmínkám daného sportu a zvyšuje tak jeho účinnost ve zlepšování výkonu sportovce v dané disciplíně. Nedávné studie prokázaly statisticky významná zlepšení výsledků sportovců po tréninku SVT v daném sportu. Trénink umožňuje rychlejší a přesnější motorické odpovědi na vizuální podněty, vede ke zlepšení sportovního výkonu sportovce a snížení jeho potenciálního zranění (Appelbaum, 2016).

Testování SVT na zlepšování vizuálních a vizuálně motorických schopností vedlo v minulosti ke smíšeným výsledkům. Některými studii bylo zlepšení potvrzeno (Balasaheb et al., 2008; Bressan, 2003), zatímco jinými potvrzeno nebylo (Wood et al., 1997; Abernethy et al., 2001; Quevedo et al., 1999).

Ačkoli taková rozporná zjištění zpochybňují účinnost tradiční SVT, v nedávné době byly postupy vizuálního tréninku sportovců vylepšeny novými postupy, které se specificky zaměřují na vizuální a kognitivní úkoly pro potřeby daného sportu (např. využitím nových digitálních technologií).

Jedním z takových digitálních zařízení je Nike Sensory Station, který hodnotí senzomotorické schopnosti a nabízí baterii řady tréninkových úkolů, ze kterých se vyberou nejvhodnější úkoly podle specifik sportu. Takový trénink má největší potenciál zlepšit sportovní výkon (Erickson, 2012; Hitzeman, 1993).

Přístroj Nike Sensory Station byl využit například ve studii Applebaum (2016) u softbalového týmu University of Texas varsity, kdy byl testován vliv SVT na senzomotorické schopnosti hráčů. Studie byla provedena na 15 sportovcích a kontrolní skupinu tvořilo jejich 10 spoluhráčů. Byl zhodnocen výkon sportovců před SVT a po několikátýdenním tréninku na devíti úkolech z baterie Nike Sensory Station. Výsledky ukazují významná zlepšení skupiny s SVT ve třech úkolech (Near/Far Charts, Marsden Ball a Go / No-Go). Tato zjištění naznačují, že specializovaný program SVT vede ke zlepšení senzomotorických dovedností důležitých v daném sportu.

#### Near/Far Charts

Cvičení spočívá v rychlém přestřování mezi blízkým bodem (tabulkou písmen v ruce) a vzdáleným bodem (vzdálenou tabulkou písmen na zdi). Písmena se čtou postupně, vždy jedno z blízké a jedno z daleké tabulky, až na konec.

#### Marsden Ball

Testování měli sledovat míč, se kterým se hýbalo do stran, diagonálně, kruhově atd., a měli přečíst písmena na míči. Toto cvičení bylo zaměřeno na zlepšení fixace na pohyblivý cíl.

#### Go/No-Go

V tomto úkolu má jedinec reagovat na zelené a červené ukazatele. Při ukazateli zelené barvy musí rychle vyběhnout a při červené co nejrychleji zastavit.

Další studie dokazující pozitivní účinek SVT ve sportovním programu je studie Poltavski et al. z roku 2015. V ní bylo zjištěno, že téměř na 70% skórovaných gólů vysokoškolských hokejistů během dvou sezon měla díky SVT vliv zlepšená dynamická zraková ostrost, rychlejší doba reakce na vizuální podnět, lepší vizuální paměť, lepší vizuální diskriminace a rychlejší schopnost přestřování mezi blízkými a vzdálenými objekty. Přibližně 33% získaných bodů v zápasech významně souviselo s lepší diskriminací vizuálních podnětů. Toto je jedna z prvních studií ukazujících, že některé z vizuálně-motorických dovedností mohou být skutečně důležité z hlediska úrovně výkonu hokejistů a dalších sportovců a je vhodné se na ně zaměřit v přípravě sportovce.

Studie Harpham (2014) odhalila souvislost mezi úrovní vizuálního vnímání a biomechanikou nárazu u hráčů amerického fotbalu tj. mezi vizuálními schopnostmi a motorickým projevem. Byla poukázána spojitost vizuálního vnímání a závažnosti úrazu hlavy hráčů. Jedinci s nízkými senzoryckými schopnostmi měli větší počet závažných úrazů. Tento výzkum by mimo jiné mohl napomoci identifikaci ohrožené skupiny sportovců a snížit tak rizika poškození zdraví.

### **Stroboskopický trénink**

Stroboskopický vizuální trénink je jedním ze specifických přístupů v rámci SVT, při kterém jedinci procvičují sportovní úkony důležité v daném sportu (jako je přesné házení a chytání míče) za podmínek přerušovaného vidění používáním speciálních stroboskopických brýlí. Sportovci mají možnost vidět své okolí jen v krátkých intervalech a cvičí tak své běžné tréninkové postupy ve ztížených podmínkách. Tato metoda se ukázala být prospěšná v reakční rychlosti sportovců (Smith et al., 2012), v dynamické zrakové ostrosti a v úspěšnosti chytání míče (Holliday, 2013).

Profesionální hokejisté v pilotní studii Mitroff et al. (2013) se zúčastnili stroboskopického tréninku a ukázalo se, že na základě tohoto speciálního tréninku se oproti nezúčastněným hráčům těmto hokejistům zlepšila přesnost umístování puků do branky.

V jiné studii Clark et al. (2012) se zlepšil výkon vysokoškolských baseballistů v odpalování míčů oproti předchozí sezoně bez vizuálního tréninku. V tomto případě byl využit stroboskopický trénink s dalším tréninkovým programem SVT.

Z uvedených studií vyplývá, že pomocí SVT je možné zlepšit základní aspekty senzomotorických schopností, které jsou důležité ve sportu a mohou být využity i v různých druzích terapie (Appelbaum, 2016).

### **Koordinace Oko-ruka**

Do vizuálně-motorických schopností spadá trénink koordinace oko-ruka. Takto zaměřený trénink může probíhat na velké dotykové obrazovce, kde se střídavě objevují impulsy světla jako body na různých místech obrazovky a jedinec se snaží co nejrychleji dotknout světelného bodu. Když není k dispozici takové zařízení, je možné využít obyčejný míč.

Alternate-Hand Wall-Toss Test se dá využít pro testování i trénink koordinace oko-ruka.

Trénující stojí na vyznačené značce před zdi a hází jednou rukou např. tenisovým míčkem proti zdi. Opačnou rukou míček chytá, postup následně probíhá obráceně (dostupné z: <https://www.topendsports.com/testing/tests/wall-catch.htm>).

### **Hloubková vizuální percepce**

Hloubkovou percepci můžeme trénovat pomocí chytání/odpalování míče, driblingu apod. Trénujeme odhad vzdálenosti a také rychlosti letícího míče. Selektivně hloubkové vizuální vnímání můžeme trénovat na dotykové obrazovce Nike Sensory Station, kde se ukazují vždy 2 rozdílně velké body a jedinec má co nejrychleji rozhodovat, který bod je blíž k němu.

V mnoha studiích se objevuje úzká souvislost mezi výbornými zrakovými schopnostmi a vysokou sportovní výkonností. Pro nejlepší sportovní výsledky je důležitá také co nejpřesnější korekce zraku dioptriemi, které mohou podpořit sportovní výkon i při korekci čtvrt-dioptrie (RUDOLF, 2011).

### **9.1.3 Trénink zrakového analyzátoru**

Pro co nejlepší funkci oka jako analyzátoru informací je nutná maximální účinnost okohybných svalů. Stejně jako ostatní příčně pruhované svaly lidského těla lze i okohybné svaly trénovat a zlepšit tak zrakovou funkci. Vizuální terapie zahrnuje rozmanitou škálu technik používajících metody k uvolnění napjatých okohybných svalů. Tím dochází ke zlepšení prokrvení a dodávce živin oku, ke zlepšení koordinace očí, zlepšení zaostřovací schopnosti a vším tím ke zlepšení funkce samotného „přijímače“ zrakových informací jakožto primárního zprostředkovatele dále využitých informací pro bilanci a koordinaci pohybů těla (Beresford, 1999).

Vizuální terapie podporuje koordinaci obou očí. Když oči spolupracují, přijímají větší množství informací a vidění je efektivnější. Tento princip se projeví jak například při studiu rychlejším čtením, lepším porozuměním textu atd., tak třeba u sportovců zlepšením vizuo-motorických schopností. Tréninkem hloubkového vnímání se u sportovce může zlepšit odhad trajektorie letícího míče, zaostření na cíl, sledování spoluhráčů, přihrávek apod.

Vizuální terapie se využívá také u refrakčních vad oka, poruch motility, poruchyvergence a dále zpracování vizuálních podnětů, projevující se zejména chybnou zrakově motorickou percepcí, obtížemi s porozuměním čtenému textu, poruchami laterality, vizuální paměti apod.

U dětí se specifickými poruchami učení může docházet k dvojitému vidění a tím i pomalejšímu vnímání textu. U lidí, pracujících denně s počítačem se může vyskytnout stejný projev dvojitého vidění. Dlouhodobý pohled do krátké vzdálenosti počítače, se přetěžuje okohybný svalový aparát a přichází dříve únava (Beresford, 1999).

Vizuální terapie napomáhá zlepšení zpracování zrakových podnětů a tím sportovního či čtenářského výkonu (NOVÁKOVÁ, 2007).

### **Relaxace**

Před samotným cvičením je vhodné zařadit relaxaci očí, která pomůže uvolnit okohybné svaly a připravit je na trénink.

Při usilovném pohledu např. při čtení zrakově postižených nebo učících se studentů se snižuje frekvence mrkání, tím i omývání oka slzami a hromadění drobných nečistot na rohovce. Udržení pohledu je pak ještě náročnější a nadměrně zatěžující okohybné, obličejové i šijové svaly. Při uvolnění je vědomé zvýšení frekvence **mrkání** jednou ze součástí relaxační přípravy očí (Swami, 2006).

Dalšího uvolnění dosáhneme při **palmingu**. Třeme dlaněmi o sebe a vytvoříme z nich mističky, přiložíme na oči tak, aby se ruce křížily přes sebe a dlaně se nedotýkaly očí. Pod dlaněmi máme stále oči otevřené, je nutné pod dlaněmi vytvořit naprostou tmou, aby oči neměly záchytný bod k fixaci. Máme uvolněný pohled a necháme několik minut působit teplo dlaní. Toto cvičení sníží napětí očních svalů a minimalizuje přenos nervových vzruchů z očí.

Další technikou k relaxaci očí je **jemná masáž** očních bulbů. Na zavřená víčka přiložíme prsty a s jemným tlakem provádíme krouživé pohyby. Po 1-2 minutách mírně zvýšíme tlak, až postřehneme vznikající obrazce. Pomalu oddálíme prsty od očí a vyčkáme, až obrazce zmizí a otevřeme oči. Masáž očních bulbů zvýší prokrvení a připraví oči na cvičení.



## **Cvičení**

Cvičení motility a konvergence patří do ortoptické praxe. Tato cvičení ale lze provádět jako autoterapii doma. K dosažení efektu cvičení motility je potřeba provádět cvičení minimálně 5 minut denně. Cvičením motility ovlivňujeme funkci okulomotorických svalů. U ortoptisty lze provádět cvičení i za pomoci trenažerů, ty se však používají nejčastěji u pacientů po operaci či při obrně oko-hybného svalu.

### **Cvičení motility**

Sledováním pomalu pohybujícího se předmětu ve všech směrech ve stejné vzdálenosti do krajních pozic možného otočení očí bez otočení hlavy. Doma lze okulomotorické cvičení provádět pomalými uvolněnými pohyby očí od pomyslného středu ciferníku do směrů jednotlivých číslic, jako kdybychom se chtěli podívat co nejdále za číslicí. Oči stáčíme vždy opatrně do krajní polohy, přibližně 1s vyčkáme a vracíme pohled pomalu zpět. Postupujeme takto postupně po celém ciferníku. Dále opisujeme kružnici, čtverec a další geometrické obrazce. Všechny cviky provádíme pomalu a plynule. Posilujeme oko-hybné svaly a trénujeme plynulé a koordinované pohyby očí (RUDOLF, 2/2011; Beresford, 1999).

### **Cvičení konvergence**

Konvergenční cvičení, jako součást ortoptického cvičení, se používá primárně u osob s oslabenou konvergencí, u divergentního strabismu. Pacient sleduje přibližující se a vzdalující se předmět ve vzdálenostech 1m až k pacientovým očím, dokud se mu obraz nerozdvojí (RUDOLF, 2/2011).

### **Trénink rychlého zaostřování**

Vybereme si blízký bod asi 30 cm vzdálený od očí (např. svůj palec) a vzdálený bod cca 50 m. Střídavě mezi těmito body zaostřujeme svůj pohled. Snažíme se měnit pohled na body co nejrychleji. Tato technika je důležitá u sportovců, kdy je potřeba rychlá změna zaostření mezi blízkými a dalekými body např. při přihrávce.

### **Zaostřování na nehybné objekty**

Stejným způsobem si vybereme blízký a daleký bod, mezi kterými budeme zaostřovat. Nyní nejde o rychlost, ale našim cílem je posílení oko-hybných svalů izometrickou kontrakcí.

### **Sledování pohybujícího se objektu**

Tímto cvikem procvičíme schopnost plynulého zaostřování na pohyblivý předmět. Vybereme si předmět zájmu, např. vlastní palec, který sledujeme při přibližování a oddalování (Busquet & Gabarel, 2004).

### **Trénink fixace, dynamické zrakové ostrosti**

Zvolený bod vzdálený např. 5 m daleko sledujeme při pomalém otáčení naší hlavy různými směry: horizontálně, vertikálně, diagonálně, kruhovitě (Votava, 1988).

## **9.2 Terapeutické ovlivnění dalších senzoričských systémů**

Úplná ztráta zrakových informací vyžaduje v posturální kontrole odkázanost na vestibulární a proprioceptivní systém. K jejich ovlivnění se využívá senzomotorická stimulace, vestibulární a hmatový trénink.

### **9.2.1 Senzomotorická stimulace**

Senzomotorická stimulace je založena na facilitaci aferentních drah (především propriocepce), které jsou funkčně propojeny s motorickými drahami a na automatizaci učeného pohybu. Na počátku tréninku pohybu se v převážné míře do procesu zapojuje mozková kůra a člověk se na nový úkon musí velmi soustředit, aby jej provedl správně. Opakováním se pohyb stává automatický. U zrakově postižených je důležité důsledné upravování polohy segmentů a samotného pohybu především pomocí manuálního a slovního doprovodu (Janda et al., 1992).

### **9.2.2 Vestibulární trénink**

Terapie využívá plasticity vestibulárního ústrojí. Za pomoci vestibulární adaptace, kompenzace a habitace se terapie snaží docílit zlepšení rovnovážných funkcí, mobility pacienta. Provádí se za pomoci pohybů očí, hlavy a změn poloh těla (Vrabec, 2000). Trénink byl u zrakově postižených použit například v publikaci autorky Whisdomirské (2015).

### **9.2.3 Hmatový trénink**

Hmat plosky nohy umožňuje těžce zrakově postiženým či nevidomým lidem získat určité informace o svém prostředí, zachytit změnu povrchu upozorňující na překážku atd. Z těchto důvodů je doporučována nosit tenčí podrážka bot. V rámci hmatového tréninku by se měl pacient procházet naboso po různých druzích povrchů a zlepšit tak svou přesnost hmatového vnímání plosek .

## 10 METODOLOGIE PRAKTICKÉ ČÁSTI

Použité metody k vyšetření pacientky: Star Excursion Balance Test (klinický test dynamické posturální stability) a tlaková plošina přístroje Rehawalk

### 10.1 Star Excursion Balance test (SEBT)

SEBT je klinický funkční test, který se využívá jako diagnostická metoda chronické instability kotníku, dále slouží jako spolehlivý ukazatel úrovně dynamických rovnovážných schopností a dynamické funkční symetrie. Je často využíváný u sportovců.

Průběh testování:

Testovaný stojí na jedné dolní končetině ve středu vyznačené hvězdy, vytvořené ze 4 pruhů pásky, svírající navzájem vždy úhel 45°. Testovaný se snaží opačnou DK dosáhnout co nejdále postupně do jednotlivých směrů, přičemž se dotýká vždy jen lehce pásky a vrací končetinu do středu hvězdy. Stojná DK se nesmí vychýlit ze základního postavení. Výsledky naměřených dosahů se následně normalizují k délce DK pacienta (vzdálenosti SIAS – malleolus medialis) (Flanagan, 2012). Výslednou úroveň dynamické rovnováhy charakterizuje tzv. Composite score. Jedná se o součet vzdáleností dosažených u jednotlivých směrů dělený osminásobkem délky končetiny krát 100.

(součet hodnot všech osmi směrů)

$$\text{SEBT Composite Score} = \frac{\text{-----}}{(8 \times \text{délka DK})} \times 100$$

Klinicky je dnes již hojněji využíván Y Balance Test, ve kterém je zkoumána dynamická stabilita pouze ve 3 směrech. My jsme se ale pro tuto kazuistiku rozhodli využít SEBT pro ucelenější výsledky měření.

## 10.2 Vyšetření pomocí přístroje Rehawalk

Přístroj RehaWalk byl vybrán kvůli tlakové plošině snímající vychylování COP, a pro jeho dostupnost. Jednotlivá měření trvala vždy 38,8 s. Parametry posturální stability byly zkoumány vždy v situacích s otevřenýma a zavřenýma očima k porovnání výsledků s vizuální aferencí, která byla důležitá při navrženém tréninku, a bez ní.

Měření probíhalo v situacích:

- spontánní stoj
- stoj spatný
- stoj na PDK
- stoj na LDK

Pro porovnání výsledků tréninku jsem zvolila parametry:

- 95% confidence ellipse
- COP average velocity
- Deviation x
- Deviation y

95% confidence ellipse udává nejmenší plochu elipsy, zahrnující 95% výchylek středu tlaku - centre of pressure (COP). COP average velocity určuje průměrnou rychlost vychylování COP v mm/s. Deviation x udává vychylování COP v medio-laterálním směru (na ose x) v mm a parametr Deviation y ukazuje výchylky COP v antero-posteriorním směru (na ose y) v mm. Podobné parametry (95% confidence ellipse a parametr medio-laterálního vychylování COP) zvolil také autor výzkumné práce Larcom (2013) v porovnání výsledků balančního tréninku u profesionálních fotbalistů v Austrálii.

## 10.3 Průběh terapie

Terapeutický proces, usilující o ovlivnění posturálních funkcí se zaměřením na zrakový systém, se skládá z několika částí. Nejprve je terapie zaměřena na uvolnění a posílení funkce samotného zrakového analyzátoru ovlivněním okoohybných svalů. Dále pak na zpracování vizuálních informací a zlepšení vizuálně motorické koordinace, která byla individuálně navržena pro pacientku s centrálním skotomem, tedy za využití periferního zrakového pole, které stabilizuje posturální výchylky. U nevidomých osob se ke zlepšení posturálních funkcí využívá kompenzace ostatními sensorickými vstupy, podílejícími se na kontrole postury. U zrakově postižených můžeme mimo stimulaci ostatních sensorických drah v tréninku posturální stability využít také zrakových vjemů, které jsou těmto osobám k dispozici.

### Individuálně navržená cvičební jednotka:

#### 1. Relaxace očí

**Palming** (popsáno v kapitole Terapeutické přístupy) po dobu 2minut

**Jemná masáž bulbů** (popsáno v kapitole Terapeutické přístupy) po dobu 1-2 minut

#### 2. Posílení okoohybných svalů

**Ciferník** - hledíme přímo před sebe na vybraný daleký objekt, který bude představovat střed ciferníku. Pomalu plynule bez fixace na další objekty přesouváme svůj pohled ve směru čísel, 1s vydržíme v krajní poloze a vracíme pohled do středu. Opakujeme postup u všech čísel ciferníku.

#### 3. Cvičení motility a zaostřování očí

**Sledování pohyblivého objektu** - tímto cvikem procvičíme schopnost plynulého zaostřování na pohyblivý předmět a motilitu oka. Vybereme si předmět zájmu, např. vlastní palec, který sledujeme při přibližování a oddalování, pohybech do stran a krouživém pohybu. Hlava zůstává nehybná.

#### **4. Trénink periferního vidění, koordinace oko-ruka, hloubkové percepce**

**Nos-kříž** - fixace pohledu do středu vyznačeného kříže na zdi plochy 55 cm<sup>2</sup>, střídavě se co nejrychleji dotýkáme ukazováčkem nosu a konců kříže po dobu 2 minut, po minutě vystřídáme ruce.

**Dribling v periferii** - při fixaci pohledu do středu vyznačeného kříže na zdi provádí trénující dribling střídavě oběma rukama po dobu 5 minut (inspirace z BOT 2-Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2 testující motorické schopnosti dětí).

#### **5. Trénink s využitím vizuální zpětné vazby a koordinace oko-ruka**

**Chytání hozeného míče** - trénující stojí 1m od zdi, na které je vyznačený kříž (o ploše 1m<sup>2</sup>). Osoba stojí na 1 DK a snaží se vždy strefit míčem do středu a na konce kříže a míč chytit oběma rukama. Cvičení provádí po dobu 5 min (inspirace pochází z Alternate-Hand Wall-Toss Test, který se provádí u sportovců k testování koordinace oko-ruka).

Terapie probíhala po dobu 3 týdnů přibližně 20 minut denně.

## 11 PRAKTICKÁ ČÁST - KAZUISTIKA

### 11.1 Anamnéza

Pacientka: T.S.

Rok narození: 1998

**Diagnóza:** Degeneratio maculae iuven. bilat., Stargardtův syndrom

**NO:** pacientka trpící hereditálně podmíněnou makulární degenerací, v zorném poli rozsáhlý centrální skotom, na periferii visus zachován – nutná excentrická fixace, subj. udává houpání obrazu při pohybu (již při chůzi, při sportovních aktivitách se obtíže zhoršují), při rychlých pohybech mívá pocity nestability, při práci na počítači či delším čtení často pociťuje únavu obou očí, dále udává pomalou adaptaci na tmou a zhoršený barvocit

**OA:** hereditálně podmíněná makulární degenerace, první obtíže začaly okolo 6. roku, postupná progresse centrálního skotomu – nyní patří do pásma těžké slabozrakosti, pacientka používá speciální kompenzační pomůcky na blízko i na dálku

**RA:** otec v 50 letech nález na sítnici, matka zdravá, nikdo v blízké rodině nenosí brýle

**SA:** student, bydlí v bytovém domě s výtahem v centru města, využívá kompenzačních pomůcek při orientaci v neznámém prostředí

**SportA:** provozuje turistiku, chodí běhat (1x za 2 týdny) a příležitostně plave

**Alergie:** žádné alergie

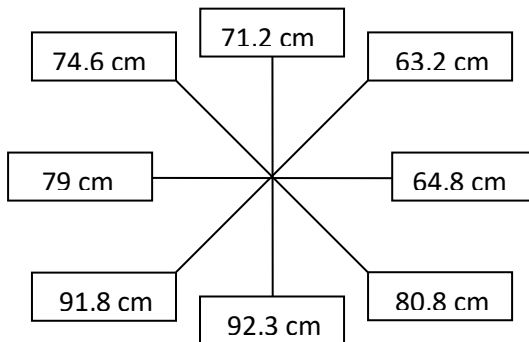
**Abusus:** nekuřák, alkohol příležitostně



## 11.2 Vyšetření pomocí Star-Excursion-Balance Test (SEBT)

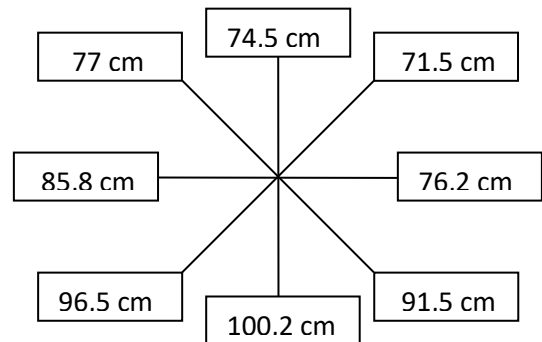
### PDK (stoj na PDK)

Vstupní vyšetření



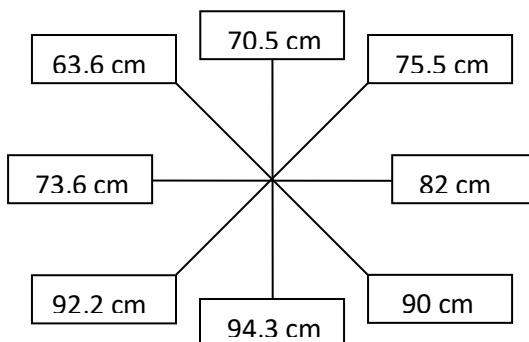
Délka PDK = 93cm

Výstupní vyšetření



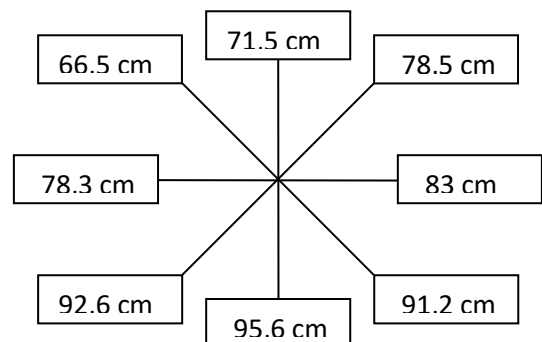
### LDK (stoj na LDK)

Vstupní vyšetření



Délka LDK = 93cm

Výstupní vyšetření



	PDK	LDK
SEBT C score- vstupní vyšetření %	83,02	86,25
SEBT C score- výstupní vyšetření %	90,48	88,33
Celkové zlepšení SEBT C score %	<b>7,46</b>	<b>2,08</b>

Při SEBT se projevilo zlepšení dynamické posturální stability u pravé dolní končetiny o 7,5% a u levé dolní končetiny o 2,1%.

### 11.3 Vyšetření pomocí přístroje Rehawalk

	Spontánní stoj, otevřené oči		Spontánní stoj, zavřené oči		Stoj spatný, otevřené oči		Stoj spatný, zavřené oči	
	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní
95% confidence ellipse area (mm <sup>2</sup> )	61	26	188	85	348	235	513	531
COP average velocity (mm/sec)	4	2	8	5	12	10	12	15
Deviation X (mm)	173,4	182,5	185,8	179,4	106,1	101,4	99	97,6
Deviation Y (mm)	122,1	102,9	102,5	108	94,9	111,4	108,9	89,2

	Stoj na PDK, otevřené oči		Stoj na PDK, zavřené oči		Stoj na LDK, otevřené oči		Stoj na LDK, zavřené oči	
	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní	Vstupní	Výstupní
95% confidence ellipse area (mm <sup>2</sup> )	1242	883	1804	1297	1182	1387	1268	1195
COP average velocity (mm/sec)	25	33	36	34	31	24	35	35
Deviation X (mm)	59,2	49	53,2	57,9	65,4	57	65,4	62,4
Deviation Y (mm)	156,6	132,6	139,5	129,5	121,3	130,9	122,2	129,5

### 11.3.1 Porovnání výsledků s otevřenými a zavřenými očima:

$$\text{Vzorec: } 100 - \left( \frac{\text{Vstupní hodnota s OO} + \text{výstupní h. s OO}}{\text{Vstupní hodnota se ZO} + \text{výstupní h. se ZO}} \times 100 \right)$$

Hodnoty 95% confidence ellipse se při otevřených očích zlepšily o 22,1 % a výsledky COP average velocity byly při otevřených očích lepší o 21,7%. Obě hodnoty měřených parametrů ukazují významné zlepšení při otevřených očích, dokládají tedy vysoký význam aferentních zrakových informací v posturální stabilitě i u pacientky s ZP patřícího do pásma těžké slabozrakosti.

### 11.3.2 Porovnání hodnot výsledků třítydenního tréninku

$$\text{Vzorec: } 100 - \left( \frac{\text{Výstupní hodnota s OO nebo s ZO}}{\text{Vstupní hodnota s OO nebo s ZO}} \times 100 \right)$$

	Porovnání vstupních a výstupních hodnot s OO	Porovnání vstupních a výstupních hodnot se ZO
95% confidence ellipse area	10,66 %	17,62 %
COP average velocity	4,16 %	2,2 %
Deviation X	3,51 %	2,51 %
Deviation Y	3,46 %	3,57 %

Porovnáním vstupních a výstupních hodnot je patrné zlepšení ve všech sledovaných hodnotách. Nejvýznamnější progrese byla zaznamenána v parametru 95% confidence ellipse, kdy při OO došlo ke zlepšení o 10,6% a při ZO o 17,6%. Hodnoty COP average velocity se při OO zlepšily o 4,2% a při ZO o 2,2%. Výsledky Deviation X byly s OO lepší o 3,5% a se ZO o 1,5%. Hodnoty Deviation Y byly v situacích s OO a ZO lepší přibližně o 3,5%.

Ve dvou sledovaných parametrech došlo k výraznějšímu zlepšení při OO, v jednom případě byla progrese s OO i ZO přibližně shodná a v jednom parametru došlo k výraznějšímu zlepšení při ZO.

## 12 DISKUSE

V teoretické části bylo potvrzeno, že posturální stabilita je založena na senzomotorické koordinaci, při níž jsou integrovány informace ze zrakového, propioceptivního a vestibulárního ústrojí, pomocí nichž je pak nastavován výkonný aparát k zajištění rovnováhy (Peterka, 2002). Deficit zrakových informací zvyšuje posturální instabilitu, riziko pádů a zranění (Aydoğ, 2006), což bylo ukázáno také při srovnání ZP se zdravou populací (Tomomitsu, 2013).

Vizuální systém přináší dle Friedricha et al. (2008) téměř 80 % smyslového vnímání. Dle Janečka, (2013) se člověk na zrak spoléhá nejvíce při pohybu a v nerovném terénu. Zrak má svou nezastupitelnou funkci také ve zpětnovazebném procesu pro vestibulární a propioceptivní systém. Jak vyplývá z průzkumu Giagazoglou et al., (2009), není možná úplná kompenzace zrakového deficitu ve zpětnovazebném mechanismu řízení motoriky ostatními senzory. Dle Ray et al., (2008) tato kompenzace záleží na etiologii konkrétního onemocnění a je tedy velmi individuální. Lidé s nižším stupněm zrakového postižení se v orientaci a posturální kontrole spoléhají na zrakové informace (Bláha, 2001). Kompenzací ostatními senzory (senzomotorickou stimulací, vestibulárním tréninkem a hmatovým tréninkem) se při deficitu zrakových informací zabývá tradiční trénink.

Trénink posturální stability za pomoci vizuální zpětné vazby byl některými autory vyzdvižen jako velmi úspěšný v tréninku balančních schopností (Gheorge et al., 2015) a prevenci pádů např. u pacientů po CMP či klientů s Parkinsonovou nemocí (Kang, 2013). Morone et al. (2014) dokonce píše, že tento trénink byl účinnější než konvenční balanční trénink. Jiní autoři tuto metodu doporučují využívat spíše jako doplňkovou k tradičním postupům.

Smith et al., (2012) a Holliday, (2013) potvrdili pozitivní účinek stroboskopického vizuálního tréninku na vizuo-motorické schopnosti. Tento fakt by mohl poukazovat na možnost využití vizuálního tréninku také u skupiny ZP.

### **Diskuze ke kazuistice**

Pro praktickou část práce byla vybrána pacientka se Stargardtovým syndromem. V zorném poli pacientky se nachází centrální skotom a její onemocnění se řadí do skupiny těžké slabozrakosti. Předpokládala jsem, že vzhledem k zachovanému perifernímu vidění bude u pacientky možné ovlivnit posturální stabilitu tréninkem s vizuální zpětnou vazbou. Zrakové stimuly, přicházející z periferního zrakového pole totiž mají tendenci stabilizovat posturální výchyly, zatímco podněty přicházející převážně z centra zorného pole spíše posturální výchyly zvětšují. (Piras et al., 2018; Raffi et al., 2014).

Navrhla jsem cvičební jednotku, ve které je využíváno vizuální zpětné vazby z periferie zorného pole, dále trénink zaostřování, sledování pohybujícího se objektu a cvičení ke koordinaci oko-ruka (cvik chytání odraženého míče s nutností vyvažování, zahrnující hloubkovou perцепci). Účinek takto zaměřených cvičení bylo již v minulosti potvrzeno na sportovcích (Applebaum, 2016). Součástí terapie byla dále relaxace očí a posílení okohybných svalů pro co nejlepší funkci samotného zrakového analyzátoru. Trénink probíhal po dobu tří týdnů, nejméně dvacet minut denně.

Vyšetření bylo zajištěno pomocí přístroje Rehawalk a za pomoci klinického testu Star Excursion Balance Test (SEBT). Při testu SEBT bylo zaznamenáno mírné zlepšení dynamické stability u obou DKK. Výsledky měření pomocí přístroje Rehawalk ukazují, že při otevřených očích (OO) byly parametry 95% confidence ellipse a COP average velocity výrazně lepší, než při zavřených očích (ZO). Dokládají tedy význam aferentních zrakových informací na posturální funkce ZP pacientky se zachovaným periferním viděním v pásmu těžké slabozrakosti.

Porovnáním vstupních a výstupních hodnot zvolených parametrů bylo patrné zlepšení ve všech měřených situacích. Nejvýznamnější progrese byla zaznamenána v parametru 95% confidence ellipse. Při porovnání tohoto parametru s výsledky 10 týdenního balančního tréninku profesionálních fotbalistů (Larcom, 2013) se výsledek v kazuistice blížil jeho efektu. Morone et al., (2014) ve své studii také porovnával trénink posturálních funkcí za využití vizuální zpětné vazby s konvenčním balančním tréninkem a došel k závěru, že trénink s vizuální zpětnou vazbou byl dokonce účinnější.

V dalších třech sledovaných parametrech (COP average velocity, Deviation X, Deviation Y) došlo již k menšímu zlepšení s diskutabilním významem. Celkově naměřené výsledky ukazují, že zvolený trénink vedl ke zlepšení posturálních funkcí a byl tedy pro pacientku přínosný.

Při porovnání výsledných hodnot se zavřenýma a otevřenýma očima je patrné, že ve dvou ze čtyř sledovaných parametrů došlo k výraznějšímu zlepšení při OO než při ZO. V jednom případě byla progresa s OO i ZO přibližně shodná a v jednom parametru došlo k vyššímu zlepšení při ZO. Předpoklad, že výsledky tréninku posturálních funkcí za využití vizuální aferentace se budou projevovat více při otevřených očích, se tedy potvrdil pouze z části.

Subjektivně pacientka popisovala uvolnění očí po relaxační části a po celé cvičební jednotce udávala, že obrazy objektů vnímá ostřeji. Pacientka pocítovala také rozdíl v jistotě stoje a chůze.

Jsem si vědoma, že pozitivní výsledek jediné kazuistiky není dostatečný důkaz úspěšnosti této metody. Přesto její pozitivní výsledek naznačuje možnosti využití vizuálního tréninku i u zrakově postižených. Hlavním přínosem tohoto přístupu je jeho zaměření na vizuální aferentaci, jež je v udržování posturální stability nezastupitelná. Navržený postup terapie vyžaduje individuálně navrženou cvičební jednotku, a proto klade vysoké nároky na znalosti patofyziologie očních onemocnění.

## ZÁVĚR

Posturální kontrola, důležitá pro udržení vzpřímeného postoje těla, je závislá na integraci senzorické aferentace ze zrakového, vestibulárního a propioceptivního aparátu. Zrakové informace mají v tomto smyslu nezastupitelnou funkci. V procesu zajištění posturální stability se totiž zrakové informace uplatňují při ucelené integraci vizuálních a dalších senzorických informací v CNS, na nichž je závislá adekvátní reakce výkonné složky posturální stability (Friedrich et al., 2008). Snížená možnost zrakové kontroly u zrakově postižených negativně ovlivňuje jejich posturální stabilitu (Lord, 2000), přičemž kompenzace tohoto deficitu není ostatními senzorickými systémy plně možná (Ray et al., 2008).

V práci jsou shrnuty poznatky o využití vizuální aferentace jako součást tréninku motorického projevu s širokým využitím jak u neurologických pacientů, tak ve zdokonalování vizuo-motorických schopností sportovců. Tyto poznatky jsou aplikovány u ZP pacientky, pro kterou byla navržena individuální cvičební jednotka. Ta vedla ke zlepšení všech sledovaných parametrů. Tento pozitivní výsledek naznačuje možnost využití vizuálního tréninku i u skupiny zrakově postižených. Hlavním přínosem tohoto přístupu spatřuji v jeho zaměření na vizuální aferentaci, jež je v udržování posturální stability nezastupitelná. Terapie je ale závislá na individuálních vizuálních možnostech pacientů, a proto klade vysoké nároky na znalosti patofyziologie očních onemocnění.

V budoucnu by se další výzkum mohl zaměřit na využití individuálně navrženého vizuálního tréninku u konkrétních onemocnění jak zrakově postižených tak dalších skupin klientů se zhoršenou posturální stabilitou.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- ABERNETHY, Bruce a Joanne M. WOOD. Do generalized visual training programmes for sport really work? An experimental investigation. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2010, **19**(3), 203-222 . DOI: 10.1080/026404101750095376. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/026404101750095376>
- AGOSTINI, Valentina, Agnese SBROLLINI, Chanda CAVALLINI, Alessandra BUSSO, Giulia PIGNATA a Marco KNAFLITZ. The role of central vision in posture: Postural sway adaptations in Stargardt patients. *Gait & Posture* [online]. 2016, **43**, 233-238. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2015.10.003. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096663621500911X>
- AMBLARD, Bernard a Abel CARBLANC. Role of Foveal and Peripheral Visual Information in Maintenance of Postural Equilibrium in Man. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2016, **51**(3), 903-912. DOI: 10.2466/pms.1980.51.3.903. ISSN 0031-5125. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1980.51.3.903>
- APPELBAUM, L. Gregory, Yvonne LU, Rajan KHANNA a Kimberly R. DETWILER. The Effects of Sports Vision Training on Sensorimotor Abilities in Collegiate Softball Athletes. *Athletic Training & Sports Health Care* [online]. 2016, **8**(4), 154-163 [cit. 2020-07-10]. DOI: 10.3928/19425864-20160314-01. ISSN 1942-5864. Dostupné z: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/19425864-20160314-01>
- AYDOĞ, E., S. AYDOĞ, A. ÇAKCI a M. DORAL. Dynamic Postural Stability in Blind Athletes Using The Biodex Stability System. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2006, **27**(5), 415-418 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1055/s-2005-865777. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2005-865777>
- BALASAHEB, T., P. MAMAN, J. SANDHU. The impact of visual skills training program on batting performance in cricketers. *Serbian Journal of Sports*. 2008, 2:17-23. 3.
- BALUNOVÁ, Kristína, Libuše LUDÍKOVÁ a Dita HEŘMÁNKOVÁ. *Kapitoly z rané výchovy dítěte se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2001. ISBN 80-244-0381-1.
- BANDY, William D. a Barbara SANDERS. *Therapeutic exercise for physical therapist assistants*. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health, c2013. ISBN 9781608314201.
- BERENCSI, Andrea, Masami ISHIHARA a Kuniyasu IMANAKA. The functional role of central and peripheral vision in the control of posture. *Human Movement Science* [online]. 2005, **24**(5-6), 689-709 [cit. 2020-08-17]. DOI: 10.1016/j.humov.2005.10.014. ISSN 01679457. Dostupné z:



<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945705000916>

BERESFORD, Steven M. *Jak lépe vidět bez brýlí a kontaktních čoček: oční cviky pro každého: nový léčebný program sestavený kolektivem očních lékařů z Amerického očního institutu [v Kalifornii]*. [S. 1.]: EcoHouse, 1999. ISBN 80-238-4629-9.

BLÁHA, Ladislav. *Tchoukball*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2001. ISBN 80-7044-385-5.

BRESSAN ES. Effects of visual skills training, vision coaching and sports vision dynamics on the performance of a sport skill. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*. 2003;9:20-31. 4.

BUSQUET, Léopold a Bernard GABAREL. *Ophthalmologie et Ostéopathie*. Pau: Edition Busquet, 2004. ISBN 978-2-9521539-3-0.

CARINI, F., M. MAZZOLA a C. FICI. Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Biomed* [online]. 2017, 2017 Apr 28, (88(1), 11-16 [cit. 2020-08-13]. DOI: 10.23750/abm.v88i1.5309. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6166197/>

CLARK, J.F., J.K. ELLIS, J.BENCH, J.KHOURY, P. GRAMAN. High-performance vision training improves batting statistics for University of Cincinnati baseball players. *PLoS One*. 2012. ISBN 7:e29109.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 9788024756363.

DAŘOVÁ, Klára. *Klasifikace pro výkonnostní sport zdravotně postižených*. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1520-2.

DOBŘÝ, Lubomír, et al. *Analýza didaktické interakce v tělesné výchově*. Praha: Karolinum, 1997.

ERICKSON, G.B., K. CITEK, M. COVE, et al. Reliability of a computerbased system for measuring visual performance skills. *Optometry*. 2011. ISBN 82:528-542.

FRIEDRICH, Michaela, Hans-Juergen GREIN, Carola WICHER, Juliane SCHUETZE, Anja MUELLER, Andreas LAUENROTH, Kuno HOTTENROTT a Rene SCHWESIG. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Experimental Brain Research* [online]. 2008, **186**(2), 305-314 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.1007/s00221-007-1233-4. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-007-1233-4>

FRITZ, Stacy L., Denise M. PETERS, Angela M. MERLO et Jonathan DONLEY. Active Video-Gaming Effects on Balance and Mobility in Individuals with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 2013,

20(3), 218-225 [cit. 2020-08-03]. DOI: 10.1310/tsr2003-218. ISSN 1074-9357.

Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr2003-218>

GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, c2005. ISBN 8072623117.

GIAGAZOGLU, P., *et al.* Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *Eur J Appl Physiol* **107**, 571–579 (2009).  
<https://doi.org/10.1007/s00421-009-1163-x>

HARPHAM, J.A., J.P. MIHALIK, A.C.LITTLETON, B.S. FRANK, GUSKIEWICZ KM. The effect of visual and sensory performance on head impact biomechanics in college football players. *Ann Biomed Eng.* 2014;42:1-10.

HOLLIDAY J. Effect of stroboscopic vision training on dynamic visual acuity scores: Nike Vapor Strobe® Eyewear. In: All Graduate Plan B and Other Reports. Logan, UT: Utah State University; 2013.

HRADÍLEK, Pavel. Kortikální slepota asociovaná se syndromem Guillain-Barré. *Kompl[ik]ace dysautonomie? Neurologia pre prax.* Bratislava: MEDUCA, 2006, 7(2), 123. ISSN 1335-9592.

HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 3. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Simona FELŠŮOVÁ, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2015. ISBN 978-80-7387-959-4.

JANDA, V., a VÁVROVÁ, M. , 1992. Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení. *Rehabilitácia*, 25(3), 14-34.

JANEČKA, Zbyněk a Ladislav BLÁHA. *Motorické kompetence osob se zrakovým postižením*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 9788024439532.

JANEČKA, Zbyněk, Kateřina CHROBÁKOVÁ a Michal MAYER. Specifics of psychomotor development in group of congenital blind children. *Tělesná kultura* [online]. 2011, **34**(2), 79-91 [cit. 2020-08-16]. DOI: 10.5507/tk.2011.014. ISSN 12116521. Dostupné z: <http://telesnakultura.upol.cz/doi/10.5507/tk.2011.014.html>

JANSA, Petr a Josef DOVALIL. *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. [Praha]: Q-art, 2007. ISBN 978-80-903280-8-2.

JEŘÁBKOVÁ, Andrea. Ortoptické cvičení – 2. část. *Česká oční optika*. 2011, **52**(2), 42-43.

KANG, Kwon-Young. Effects of Visual Biofeedback Training for Fall Prevention in the Elderly. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2013, **25**(11), 1393-1395 [cit. 2020-08-17]. DOI: 10.1589/jpts.25.1393. ISSN 0915-5287. Dostupné z:

<http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/25.1393?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>KEB

LOVÁ, Alena. *Hmat u zrakově postižených: [metodický materiál škol pro zrakově postižené]*. Praha: Septima, 1999. ISBN 80-7216-085-0.

KEBLOVÁ, Alena. *Zrakově postižené dítě*. Praha: Septima, 2001. ISBN 80-7216-191-1.

KEBLOVÁ, Alena. *Integrované vzdělávání dětí se zrakovým postižením*. 2., upr. vyd. Praha: Septima, 1998. ISBN 80-7216-051-6.

KEBLOVÁ, Alena. *Zrakově postižené dítě*. Praha: Septima, 2001. ISBN 80-7216-191-1.

KOLÁŘ, Pavel a Alena KŘIKAVOVÁ. Chronický algický vertebrogenní syndrom. *Lékařské listy*. 2008, **2008**(12), 31-34. ISSN 0044-1996. Dostupné také z: <http://www.zdravotnickenoviny.cz/scripts/detail.php?id=364537>

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-618-2.

KRAUS, Hanuš. *Kompendium očního lékařství*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.

KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788024750798.

KVĚTOŇOVÁ-ŠVECOVÁ, Lea. *Oftalmopedie*. 2. dopl. vyd. Brno: Paido, 2000. ISBN isbn80-85931-84-2.

LARCOM, Adam. *The Effects of Balance Training on Dynamic Balance Capabilities in the Elite Australian Rules Footballer*. 2013. Diplomová výzkumná práce. School of Sport and Exercise Science Victoria University.

LEIGH, R. John a David S. ZEE. *The neurology of eye movements*. 5th edition. New York: Oxford University Press, [2015]. ISBN 978-0-19-996928-9.

LEVERENZ, L. J. (2009). Visual impairment. In J. L. Durstine, G. E. Moore, P. L. Painter, & S. O. Roberts (Eds.), *ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities* (pp. 392-395). Champaign, IL: Human Kinetics.

LORD, Stephen R. a Hylton B. MENZ. Visual Contributions to Postural Stability in Older Adults. *Gerontology* [online]. 2000, **46**(6), 306-310 [cit. 2020-07-27].

DOI: 10.1159/000022182. ISSN 0304-324X. Dostupné z:

<https://www.karger.com/Article/FullText/22182>

MITROFF, Stephen R., Peter FRIESEN, Doug BENNETT, Herb YOO a Alan W. REI-  
CHOW. Enhancing Ice Hockey Skills Through Stroboscopic Visual Training: A Pilot  
Study. *Athletic Training & Sports Health Care* [online]. 2013, **5**(6), 261-264. DOI:  
10.3928/19425864-20131030-02. ISSN 1942-5864. Dostupné z:  
<http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/19425864-20131030-02>

MORAVCOVÁ, Dagmar. *Zraková terapie slabozrakých a pacientů s nízkým  
vizem*. Praha: Triton, 2004. ISBN 80-7254-476-4.

MORONE, Giovanni, Marco TRAMONTANO, Marco IOSA, Jacob SHOFANY, Anto-  
nella IEMMA, Massimo MUSICCO, Stefano PAOLUCCI a Carlo CALTAGIRONE.  
The Efficacy of Balance Training with Video Game-Based Therapy in Subacute Stroke  
Patients: A Randomized Controlled Trial. *BioMed Research International* [online].  
2014, **2014**, 1-6 [cit. 2020-08-17]. DOI: 10.1155/2014/580861. ISSN 2314-6133. Do-  
stupné z: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/580861/>

MTUI, Estomih, Gregory GRUENER, Peter DOCKERY a M. J. T. FITZGE-  
RALD. *Fitzgerald's clinical neuroanatomy and neuroscience*. Edition 7. Phila-  
delphia, PA: Elsevier, [2017]. ISBN 978-0-7020-5832-5.

MÜLLER, Oldřich. *Dítě se speciálními vzdělávacími potřebami v běžné škole*.  
Olomouc: Univerzita Palackého, 2001. ISBN isbn80-244-0231-9.

NARVILA, B., M. KULSA a P. L. VILKA. Postural assessment for people with  
severe visual impairment. *SHS Web of Conferences* [online]. 2014, **10** [cit. 2020-  
07-27]. DOI: 10.1051/shsconf/20141000028. ISSN 2261-2424. Dostupné z:  
<http://www.shs-conferences.org/10.1051/shsconf/20141000028>

NIELSEN, Lilli. *Učení zrakově postižených dětí v raném věku*. Praha: ISV,  
1998. Speciální pedagogika (ISV). ISBN 80-85866-26-9.

NOVÁKOVÁ, Martina. Vyšetřovací metody v optometrii. Vizuální terapie aneb  
optometrie jak ji neznáme. *Česká oční optika* [online]. 2007, **48**(4), 14-15 [cit.  
2020-08-17]. ISSN 1211-233X. Dostupné z:  
[https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci\\_2007\\_04.pdf](https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2007_04.pdf)

PAILLARD, Thierry, Massimiliano PAU, Frédéric NOÉ a Luis-Millán  
GONZÁLEZ. Rehabilitation and Improvement of the Postural Function. *BioMed  
Research International* [online]. 2015, **2015**, 1-2. DOI: 10.1155/2015/703679.  
ISSN 2314-6133. Dostupné z:  
<http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/703679/>

VAN PEPPEN, Roland, Michiel KORTSMIT, Eline LINDEMAN a Gert KWAKKEL.  
EFFECTS OF VISUAL FEEDBACK THERAPY ON POSTURAL CONTROL IN BI-  
LATERAL STANDING AFTER STROKE: A SYSTEMATIC REVIEW. *Journal of  
Rehabilitation Medicine* [online]. 2006, **38**(1), 3-9 DOI: 10.1080/16501970500344902.

ISSN 1650-1977. Dostupné z:

<https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.1080/16501970500344902>

PETERKA, R. J. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*, 2002, 88.3: 1097-1118.

PETROVICKÝ, Pavel. *Anatomie s topografií a klinickými aplikacemi*. Martin: Osveta, c2001. ISBN 8080630461.

PIRAS, Alessandro, Milena RAFFI, Monica PERAZZOLO a Salvatore SQUATRITO. Influence of heading perception in the control of posture. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 2018, 39, 89-94. DOI: 10.1016/j.jelekin.2018.02.001. ISSN 10506411. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1050641117303589>

POLTAVSKI, Dmitri a David BIBERDORF. The role of visual perception measures used in sports vision programmes in predicting actual game performance in Division I collegiate hockey players. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2014, 33(6), 597-608. DOI: 10.1080/02640414.2014.951952. ISSN 0264-0414. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2014.951952> POŽÁR, Ladislav. *Základy psychologie lidí s postihnutím*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis, 2007. ISBN 978-80-8082-147-0.

PRECHTL, Heinz FR, Giovanni CIONI, Christa EINSPIELER, Arend F BOS a Fabrizio FERRARI. Role of vision on early motor development: lessons from the blind. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2001, 43(3), 198-201 [cit. 2020-08-16]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2001.tb00187.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2001.tb00187.x>

RAFFI, Milena, Alessandro PIRAS, Michela PERSIANI a Salvatore SQUATRITO. Importance of optic flow for postural stability of male and female young adults. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2014, 114(1), 71-83 [cit. 2020-07-17]. DOI: 10.1007/s00421-013-2750-4. ISSN 1439-6319. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00421-013-2750-4>

RAY, Christopher T.; HORVAT, Michael; CROCE, Ronald V.; MASON, R. Christopher; and WOLF, Steven L., "The impact of vision loss on postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss" (2008). *Gait & posture*. 7. [https://scholars.unh.edu/kinesiology\\_facpub/7](https://scholars.unh.edu/kinesiology_facpub/7)

ROKYTA, Richard. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 9788024748672.

ROKYTA, Richard. *Fyziologie*. Třetí, přepracované vydání (první vydání v nakladatelství Galén). Praha: Galén, 2016. ISBN 9788074922381.

- RUDOLF, Vilém. Sportovní optometrie. Mozek jako nástroj vidění. *Česká oční optika*. 2011, **52**(4), 38-41.
- RYCHTECKÝ, Antonín a Ludmila FIALOVÁ. *Didaktika školní tělesné výchovy*. 2. přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-659-7.
- ŘEHÁK, Svatopluk. *Oční lékařství: celostátní vysokoškolská učebnice pro lékařské fakulty v ČSSR*. 2., přeprac. vyd. Praha: Avicenum, 1989.
- SACKLEY, Catherine M. a Nadina B. LINCOLN. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: Effects on stance symmetry and function. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2009, **19**(12), 536-546 . DOI: 10.3109/09638289709166047. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638289709166047>
- SCHMID, M., NARDONE, A., NUNZIO, A. M., SCHMID, M., & SCHIEPPATI, M. (2007). Equilibrium during static and dynamic tasks in blind subjects: No evidence of crossmodal plasticity. *Brain*, 130, 2097–2107.
- SMITH, T.Q., MITROFF, S.R. Stroboscopic training enhances anticipatory timing. *Int J Exerc Sci*. 2012, 5:344-353.
- ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- TAKAKUSAKI, Kaoru. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *Journal of Movement Disorders* [online]. 2017, **10**(1), 1-17. DOI: 10.14802/jmd.16062. ISSN 2005-940X. Dostupné z: <http://e-jmd.org/journal/view.php?doi=10.14802/jmd.16062>
- TOMOMITSU, MS, AC ALONSO, E MORIMOTO, TG BOBBIO a JM GREVE. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics* [online]. 2013, **68**(4), 517-521 [cit. 2020-07-27]. DOI: 10.6061/clinics/2013(04)13. ISSN 18075932. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3634964/?report=classic>
- TRAUZETTEL-KLOSINSKI, Susanne. Current Methods of Visual Rehabilitation. *Deutsches Aerzteblatt Online* [online]. 2011 [cit. 2020-06-15]. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0871. ISSN 1866-0452. Dostupné z: <https://www.aerzteblatt.de/10.3238/arztebl.2011.0871>
- VÁGNEROVÁ, Marie. *Patopsychologie II*. Liberec: Technická univerzita, 1995. Studijní texty pro dálkové studium. ISBN 80-7083-159-6.
- VALENTA, Milan. Přehled speciální pedagogiky a školská integrace. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0698-5.



VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3.

VÉLE, František. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-297-4.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

VRABEC, Pavel. *Poruchy rovnováhy*. Praha: Triton, 2000. Vím víc. ISBN 8072541293.

VYMYSLICKÝ, Ivan. Vizuální optometrie – závěr. *Česká oční optika*. 2008, (4), 48-51.

Screeningové vyšetření zraku u dětí. *Česká oční optika*. 2011, **52**(2), 44-47.

Sportovní optometrie. Mozek jako nástroj vidění. *Česká oční optika*. 2011, **52**(4), 38-41.

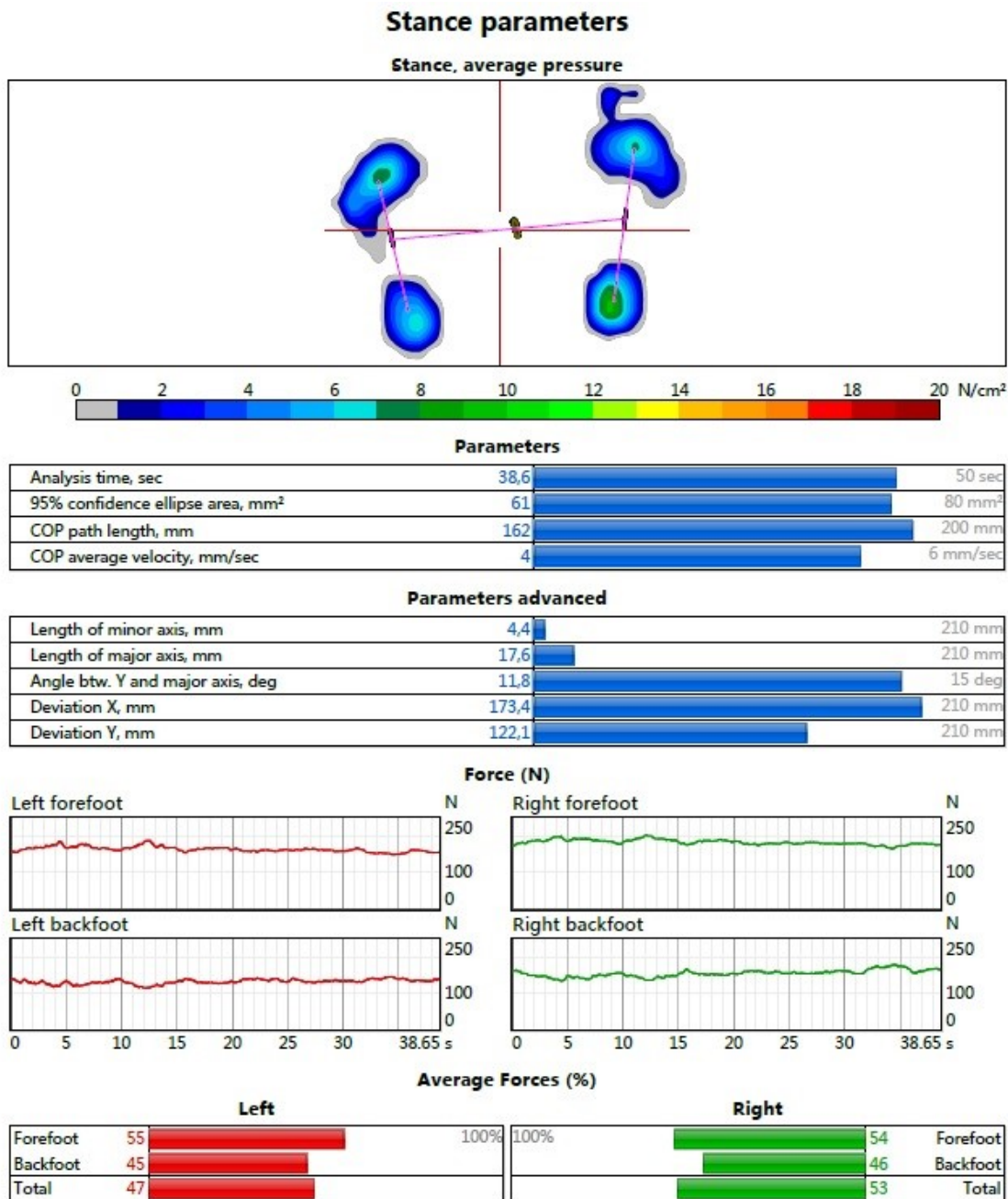
## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Rehawalk vstup. v. spontánní stoj, OO (obrázek) .....	65
Příloha č. 2: Rehawalk vstup. v. spontánní stoj, ZO (obrázek).....	66
Příloha č. 3: Rehawalk vstup. v. stoj spatný, OO (obrázek) .....	67
Příloha č. 4: Rehawalk vstup. v. stoj spatný, ZO (obrázek).....	68
Příloha č. 5: Rehawalk vstup. v. stoj na PDK, OO (obrázek).....	69
Příloha č. 6: Rehawalk vstup. v. stoj na PDK, ZO (obrázek) .....	70
Příloha č. 7: Rehawalk vstup. v. stoj na LDK, OO (obrázek).....	71
Příloha č. 8: Rehawalk vstup. v. stoj na LDK, ZO (obrázek) .....	72
Příloha č. 9: Rehawalk výstup.v. spontánní stoj, OO (obrázek) .....	73
Příloha č. 10: Rehawalk výstup.v. spontánní stoj, ZO (obrázek).....	74
Příloha č. 11: Rehawalk výstup.v. stoj spatný, OO (obrázek).....	75
Příloha č. 12: Rehawalk výstup.v. stoj spatný, ZO (obrázek).....	76
Příloha č. 13: Rehawalk výstup.v. stoj na PDK, OO (obrázek) .....	77
Příloha č. 14: Rehawalk výstup.v. stoj na PDK, ZO (obrázek) .....	78
Příloha č. 15: Rehawalk výstup.v. stoj na LDK, OO (obrázek).....	79
Příloha č. 16: Rehawalk výstup.v. stoj na LDK, ZO (obrázek) .....	80

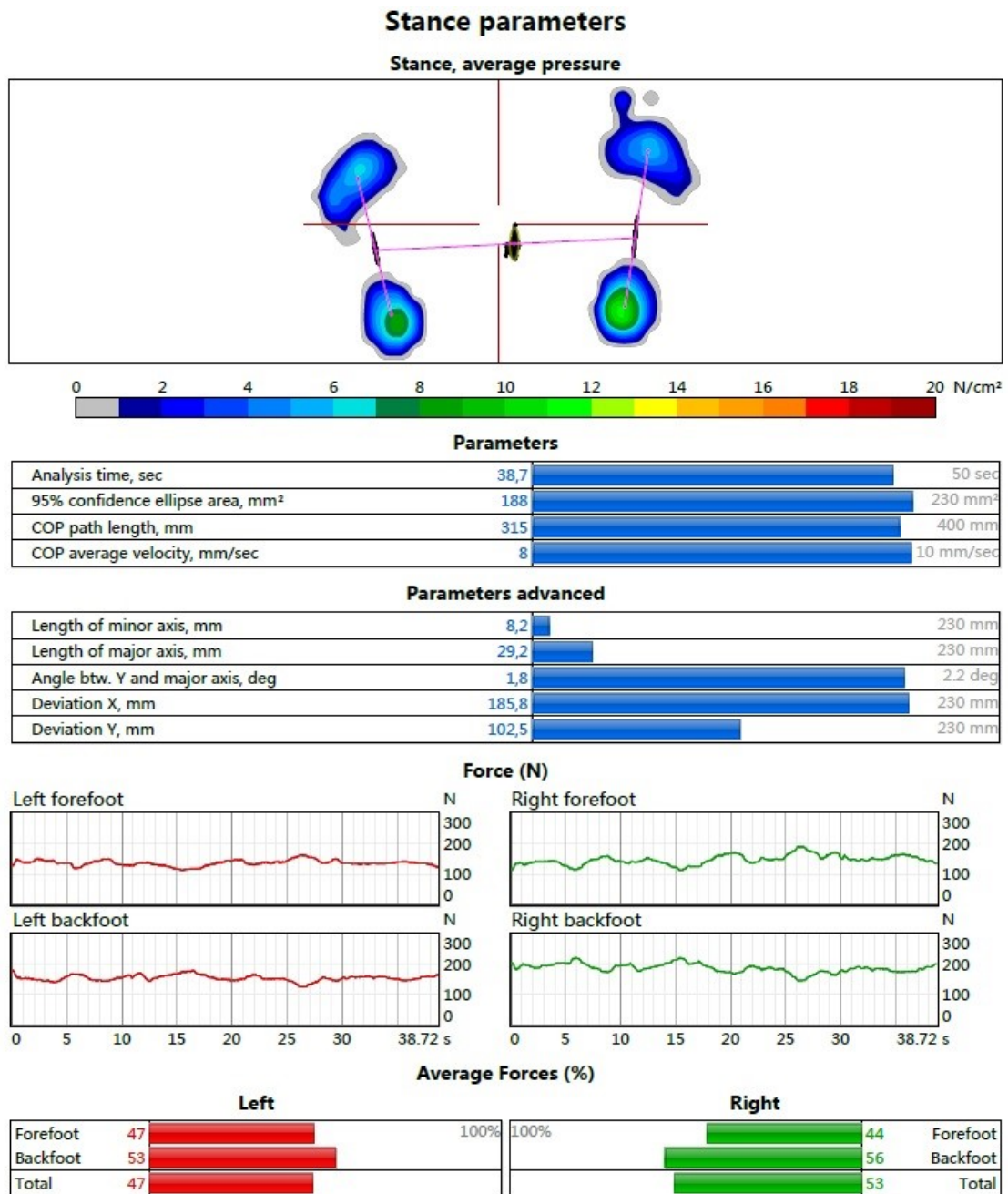


# PŘÍLOHY

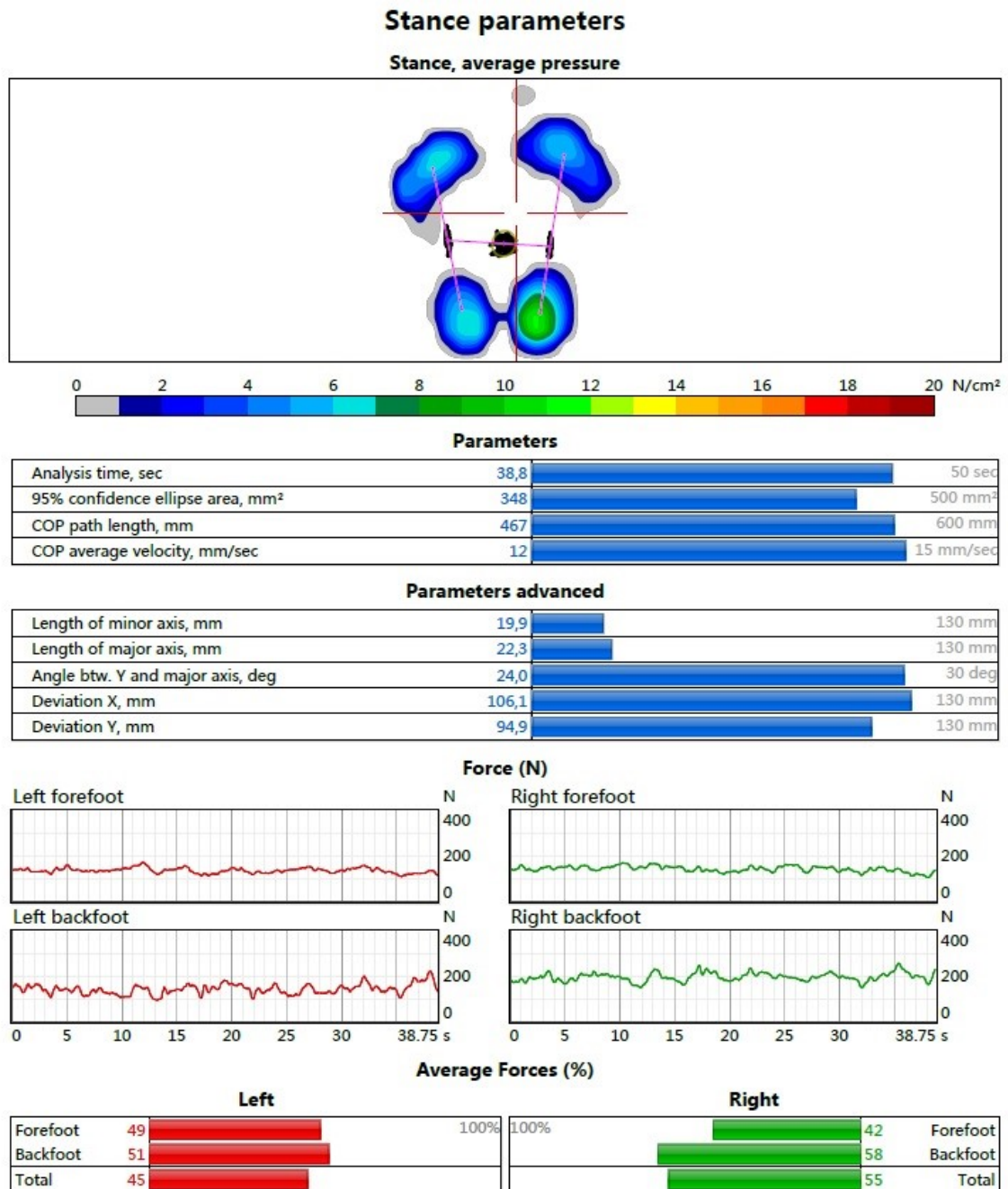
Příloha č. 1: Rehawalk vstup. v. spontánní stoj, OO (obrázek)



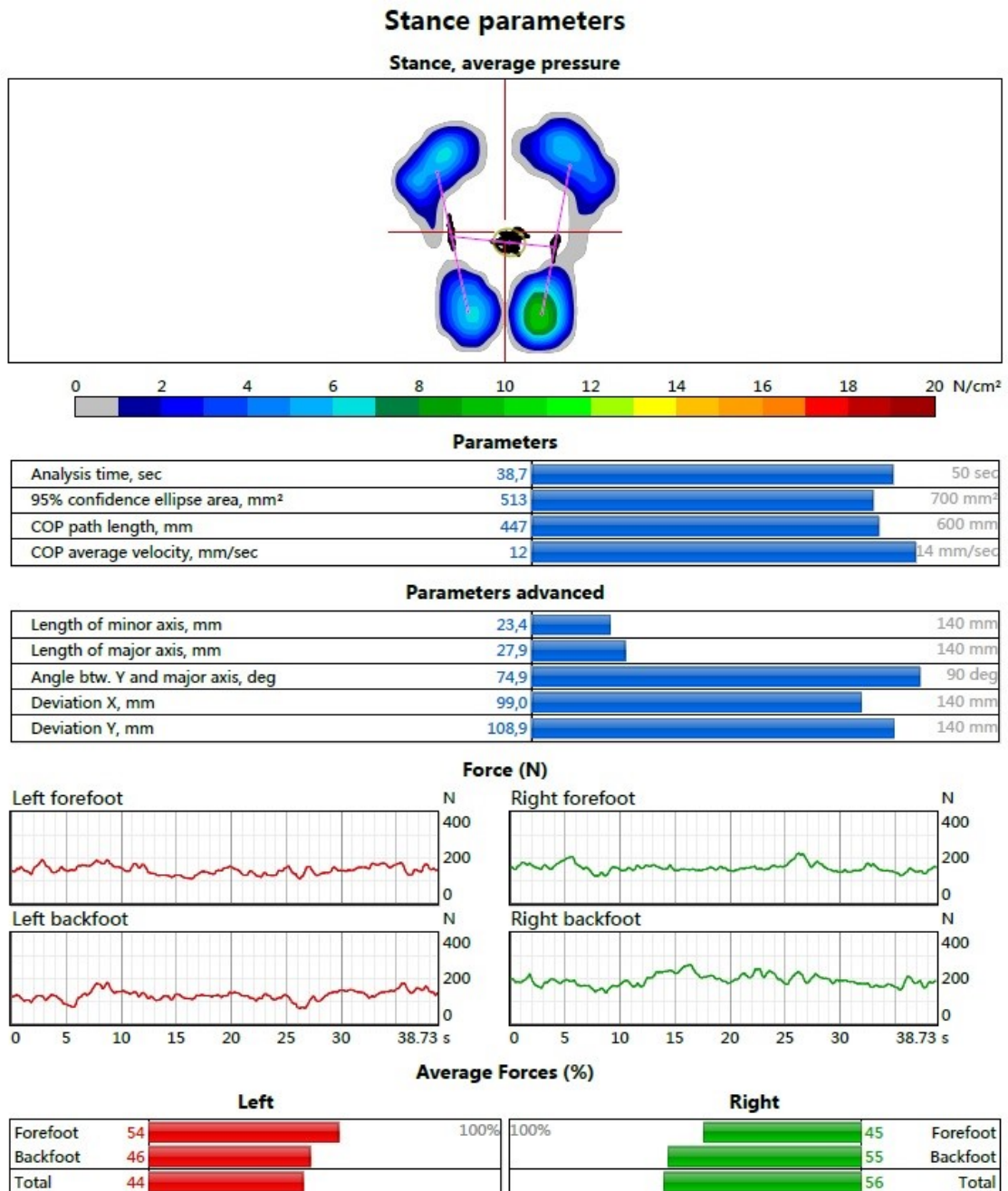
**Příloha č. 2: Rehawalk vstup. v. spontánní stoj, ZO (obrázek)**



**Příloha č. 3: Rehawalk vstup. v. stoj spatný, OO (obrázek)**



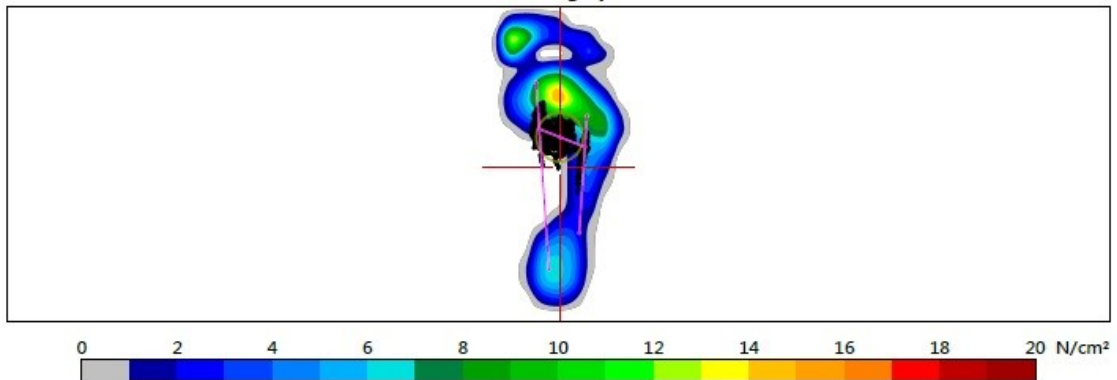
**Příloha č. 4: Rehawalk vstup. v. stoj spatný, ZO (obrázek)**



**Příloha č. 5: Rehawalk vstup. v. stoj na PDK, OO (obrázek)**

**Stance parameters**

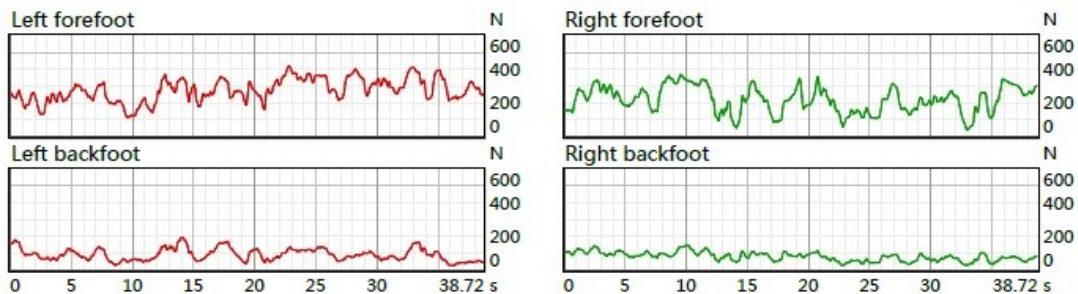
Stance, average pressure



Parameters		
Analysis time, sec	38,7	50 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	1242	1500 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	958	1.2e3 mm
COP average velocity, mm/sec	25	30 mm/sec

Parameters advanced		
Length of minor axis, mm	38,7	190 mm
Length of major axis, mm	40,9	190 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	0,8	1 deg
Deviation X, mm	59,2	190 mm
Deviation Y, mm	156,6	190 mm

**Force (N)**



**Average Forces (%)**

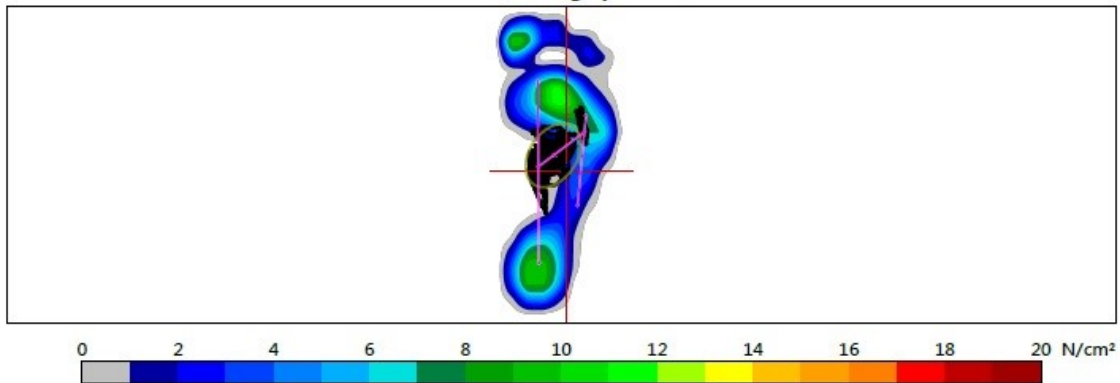
Left			Right		
Forefoot	75	100%	100%	73	Forefoot
Backfoot	25			27	Backfoot
Total	55			45	Total



**Příloha č. 6: Rehawalk vstup. v. stoj na PDK, ZO (obrázek)**

**Stance parameters**

Stance, average pressure



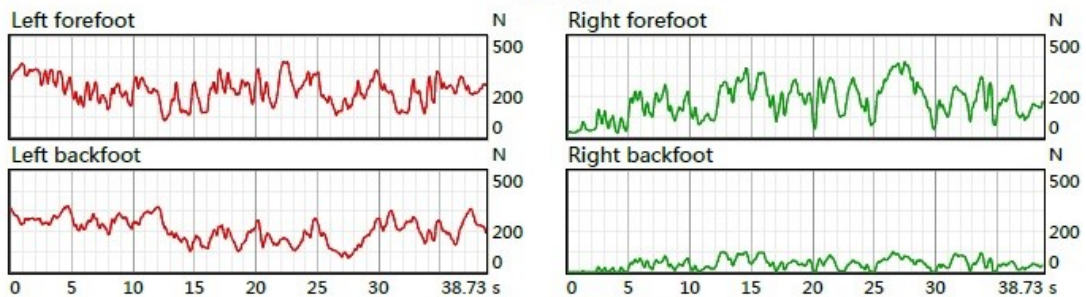
**Parameters**

Analysis time, sec	38,7	50 sec
95% confidence ellipse area, mm²	1804	2200 mm²
COP path length, mm	1389	1.7e3 mm
COP average velocity, mm/sec	36	50 mm/sec

**Parameters advanced**

Length of minor axis, mm	39,4	170 mm
Length of major axis, mm	58,3	170 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	34,0	50 deg
Deviation X, mm	53,2	170 mm
Deviation Y, mm	139,5	170 mm

**Force (N)**



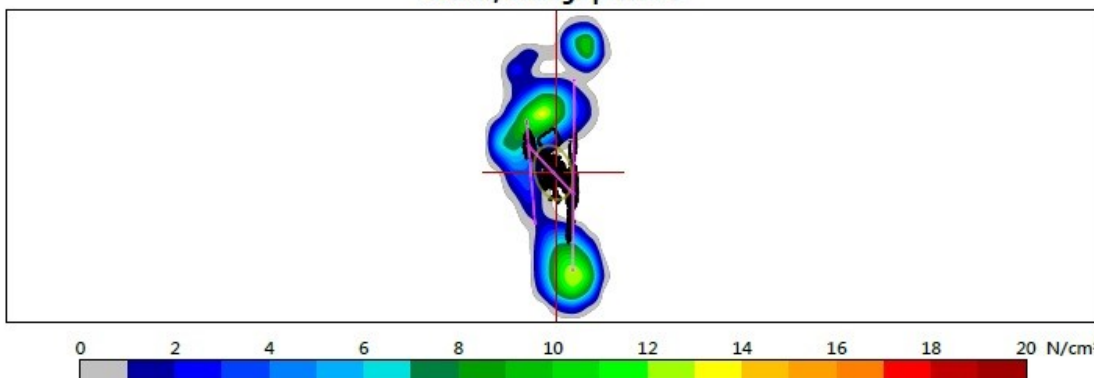
**Average Forces (%)**

Left			Right		
Forefoot	53	100%	82	100%	Forefoot
Backfoot	47		18		Backfoot
Total	67		33		Total

**Příloha č. 7: Rehawalk vstup. v. stoj na LDK, OO (obrázek)**

**Stance parameters**

Stance, average pressure



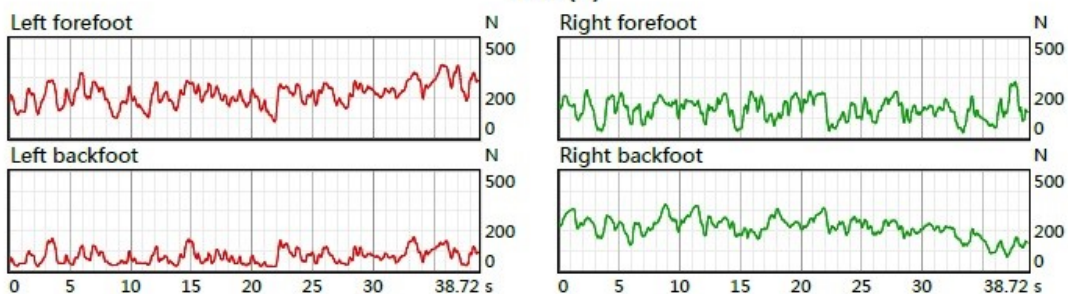
**Parameters**

Analysis time, sec	38,7	50 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	1182	1500 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	1195	1.5e3 mm
COP average velocity, mm/sec	31	40 mm/sec

**Parameters advanced**

Length of minor axis, mm	31,7	150 mm
Length of major axis, mm	47,5	150 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	16,4	20 deg
Deviation X, mm	65,4	150 mm
Deviation Y, mm	121,3	150 mm

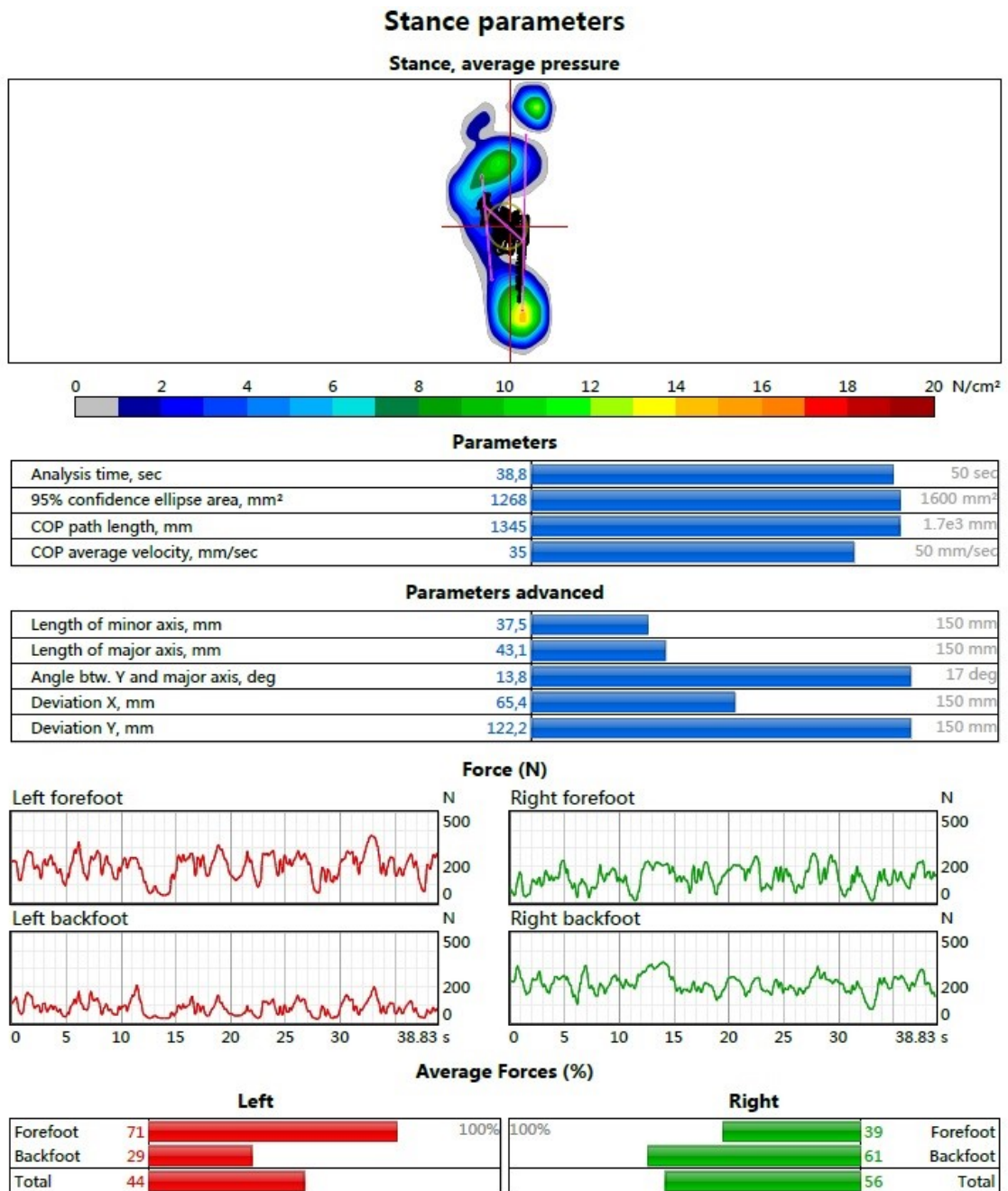
**Force (N)**



**Average Forces (%)**

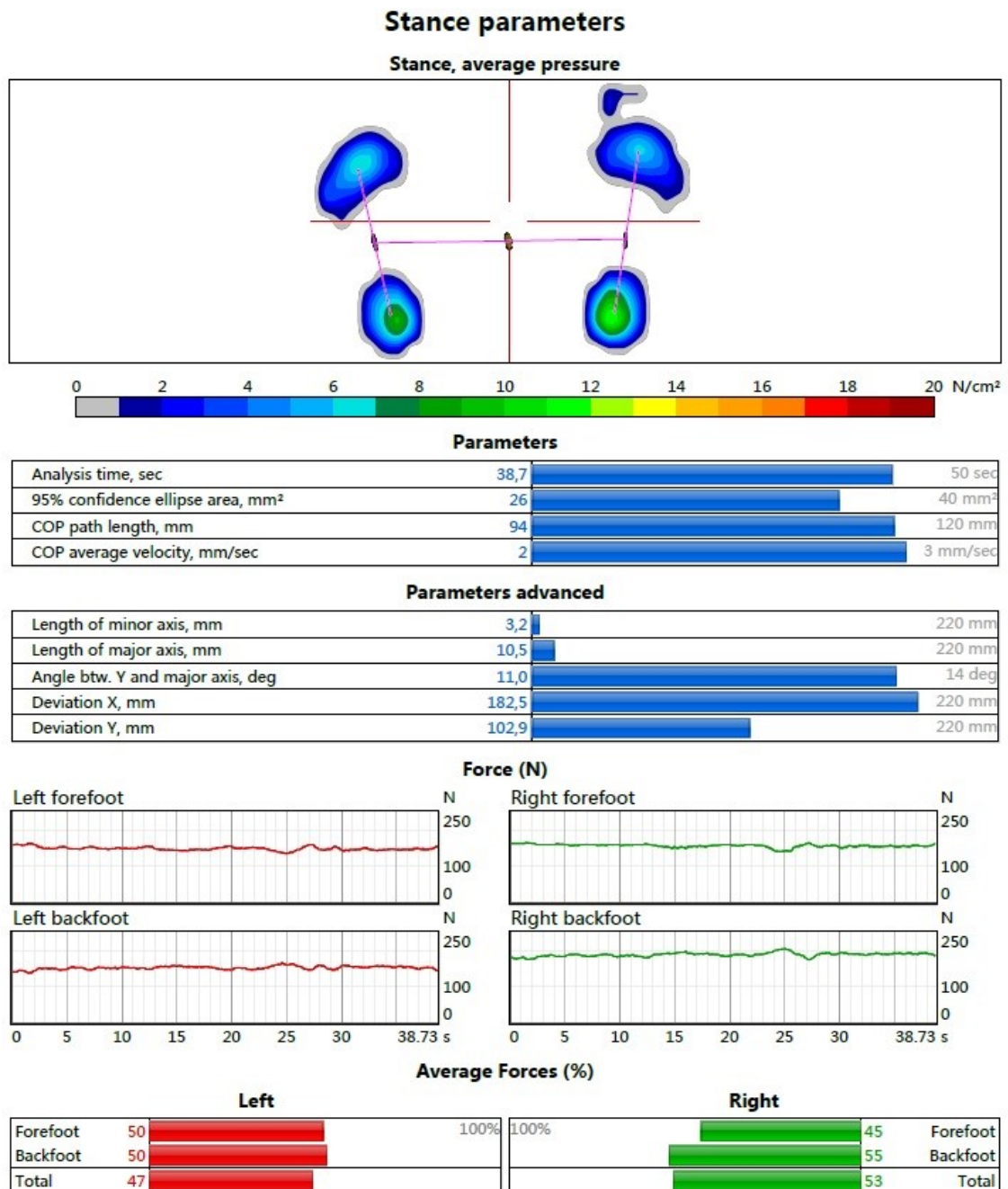
Left			Right		
Forefoot	76	100%	40	100%	Forefoot
Backfoot	24		60		Backfoot
Total	45		55		Total

**Příloha č. 8: Rehawalk vstup. v. stoj na LDK, ZO (obrázek)**

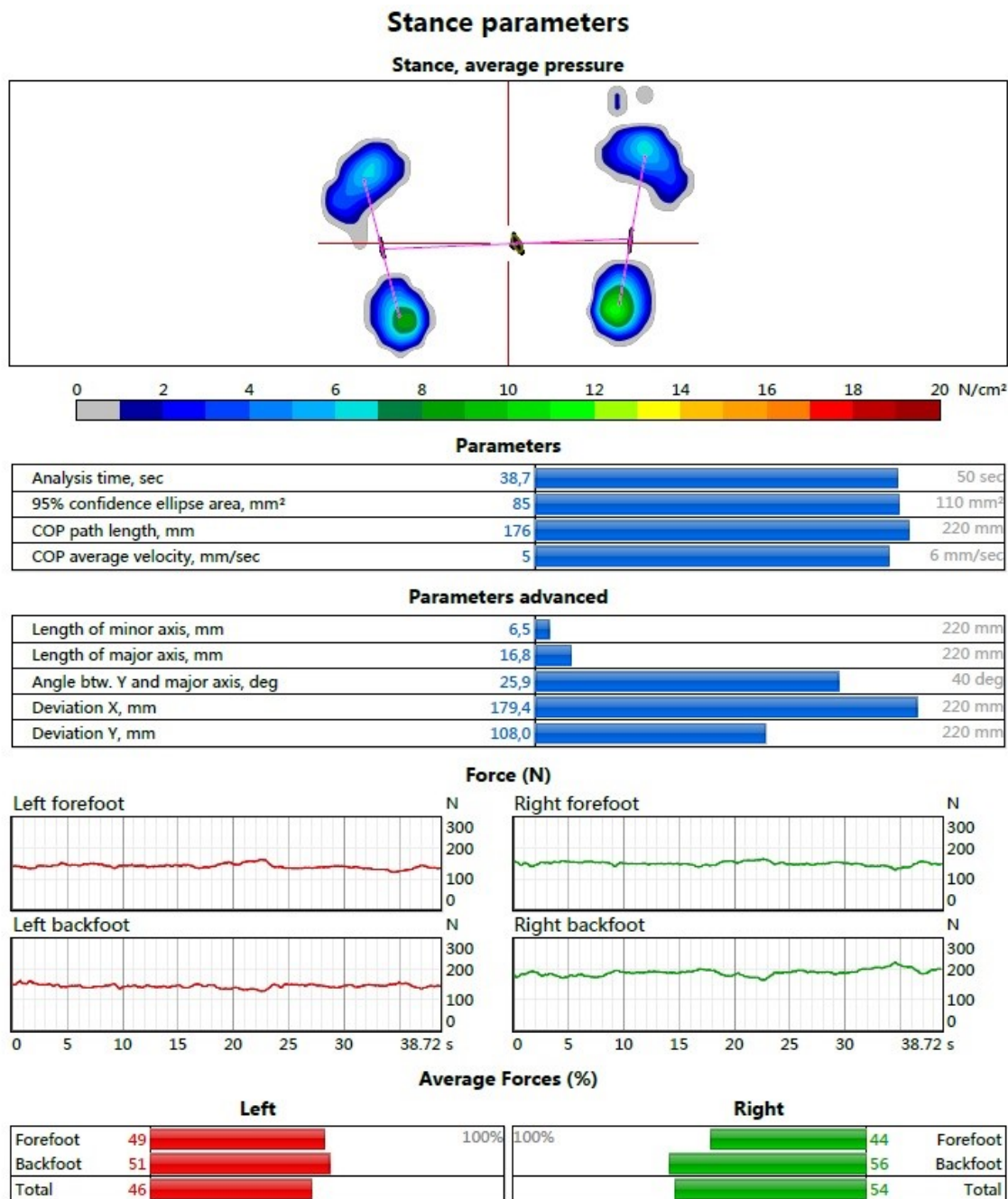




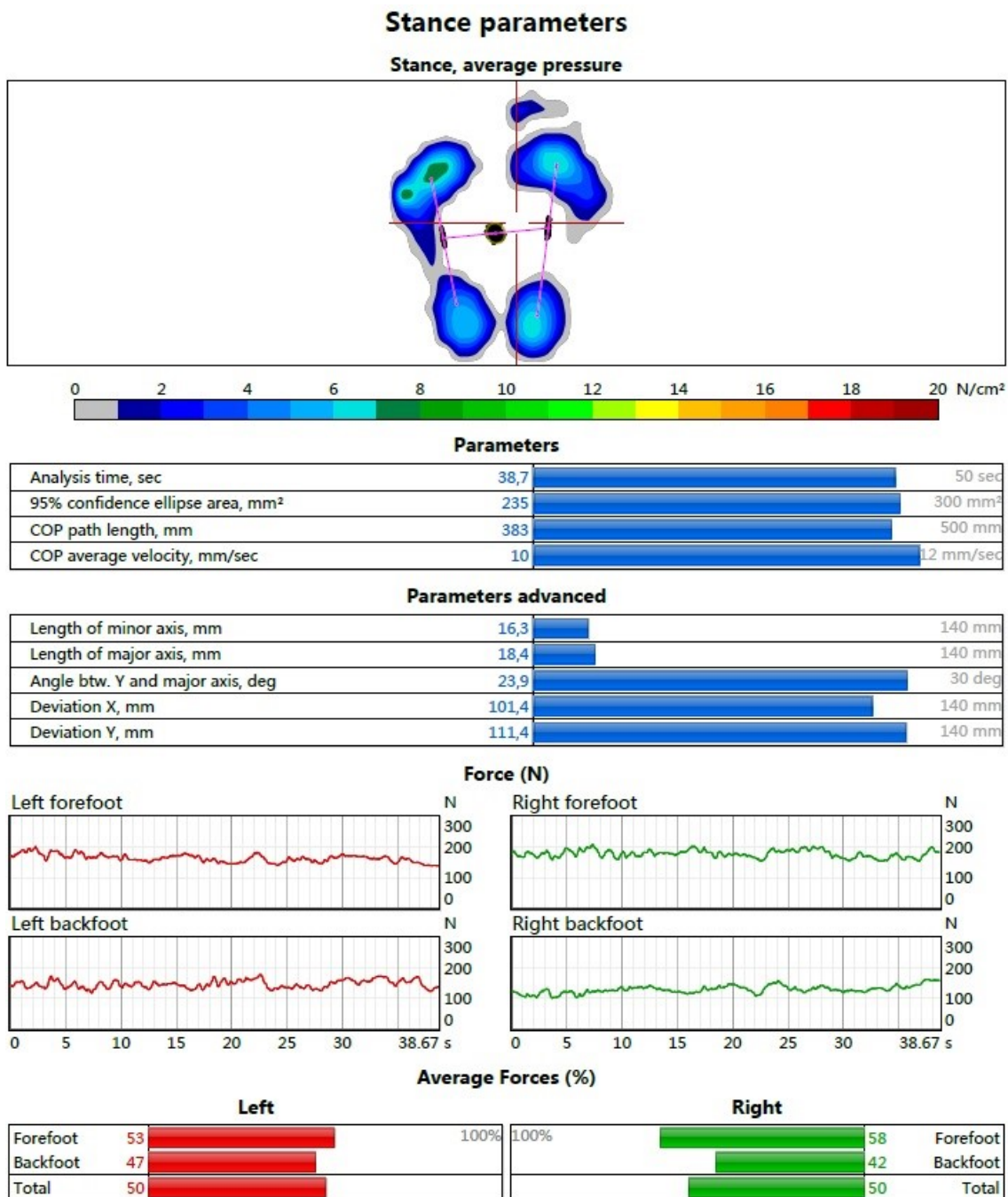
**Příloha č. 9: Rehawalk výstup.v. spontánní stoj, OO (obrázek)**



**Příloha č. 10: Rehawalk výstup.v. spontánní stoj, ZO (obrázek)**



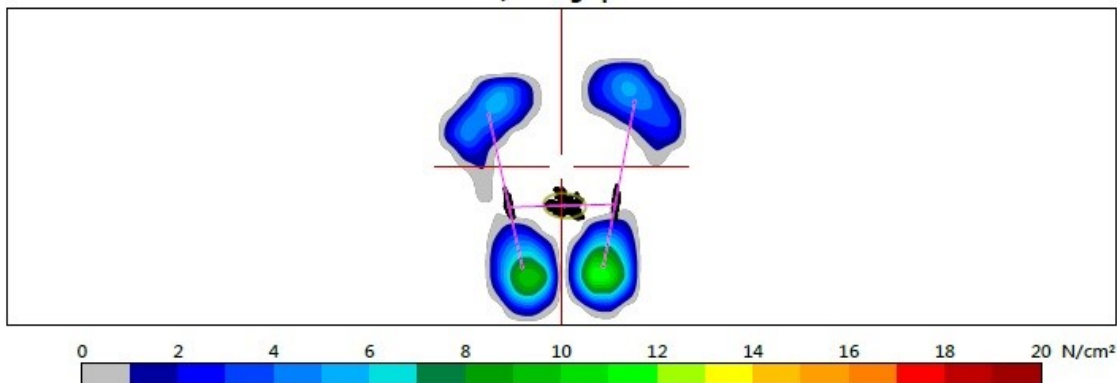
**Příloha č. 11: Rehawalk výstup.v. stoj spatný, OO (obrázek)**



**Příloha č. 12: Rehawalk výstup.v. stoj spatný, ZO (obrázek)**

**Stance parameters**

Stance, average pressure



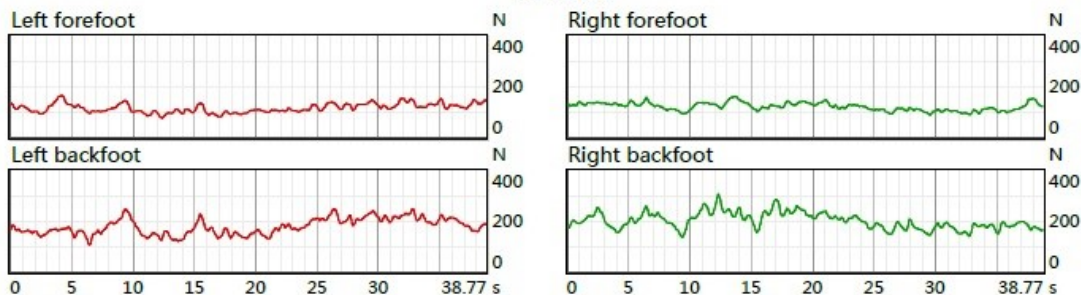
**Parameters**

Analysis time, sec	38,8	50 sec
95% confidence ellipse area, mm²	531	700 mm²
COP path length, mm	586	800 mm
COP average velocity, mm/sec	15	19 mm/sec

**Parameters advanced**

Length of minor axis, mm	19,9	120 mm
Length of major axis, mm	34,0	120 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	85,5	110 deg
Deviation X, mm	97,6	120 mm
Deviation Y, mm	89,2	120 mm

**Force (N)**



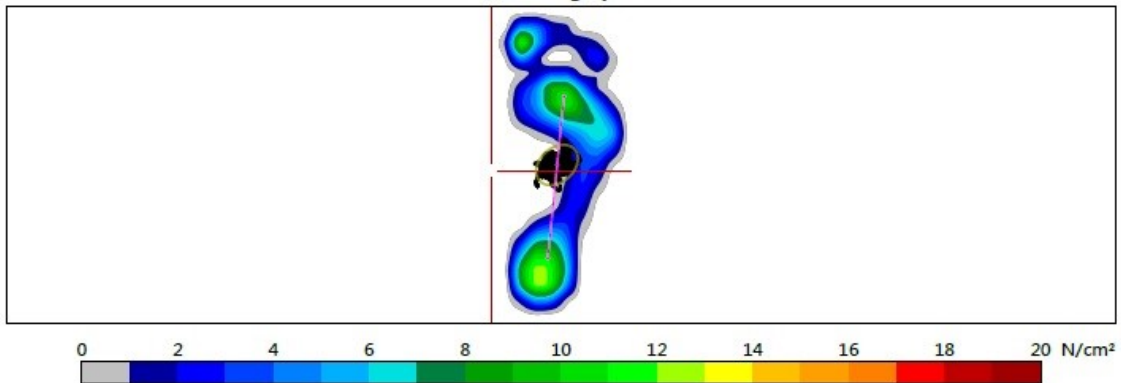
**Average Forces (%)**

Left			Right		
Forefoot	39	100%	38	100%	Forefoot
Backfoot	61		62		Backfoot
Total	48		52		Total

**Příloha č. 13: Rehawalk výstup.v. stoj na PDK, OO (obrázek)**

**Stance parameters**

Stance, average pressure



**Parameters**

Analysis time, sec	38,8	50 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	883	1100 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	1265	1.6e3 mm
COP average velocity, mm/sec	33	40 mm/sec

**Parameters advanced**

Length of minor axis, mm	28,5	160 mm
Length of major axis, mm	39,4	160 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	48,3	60 deg
Deviation X, mm	49,0	160 mm
Deviation Y, mm	132,6	160 mm

**Force (N)**

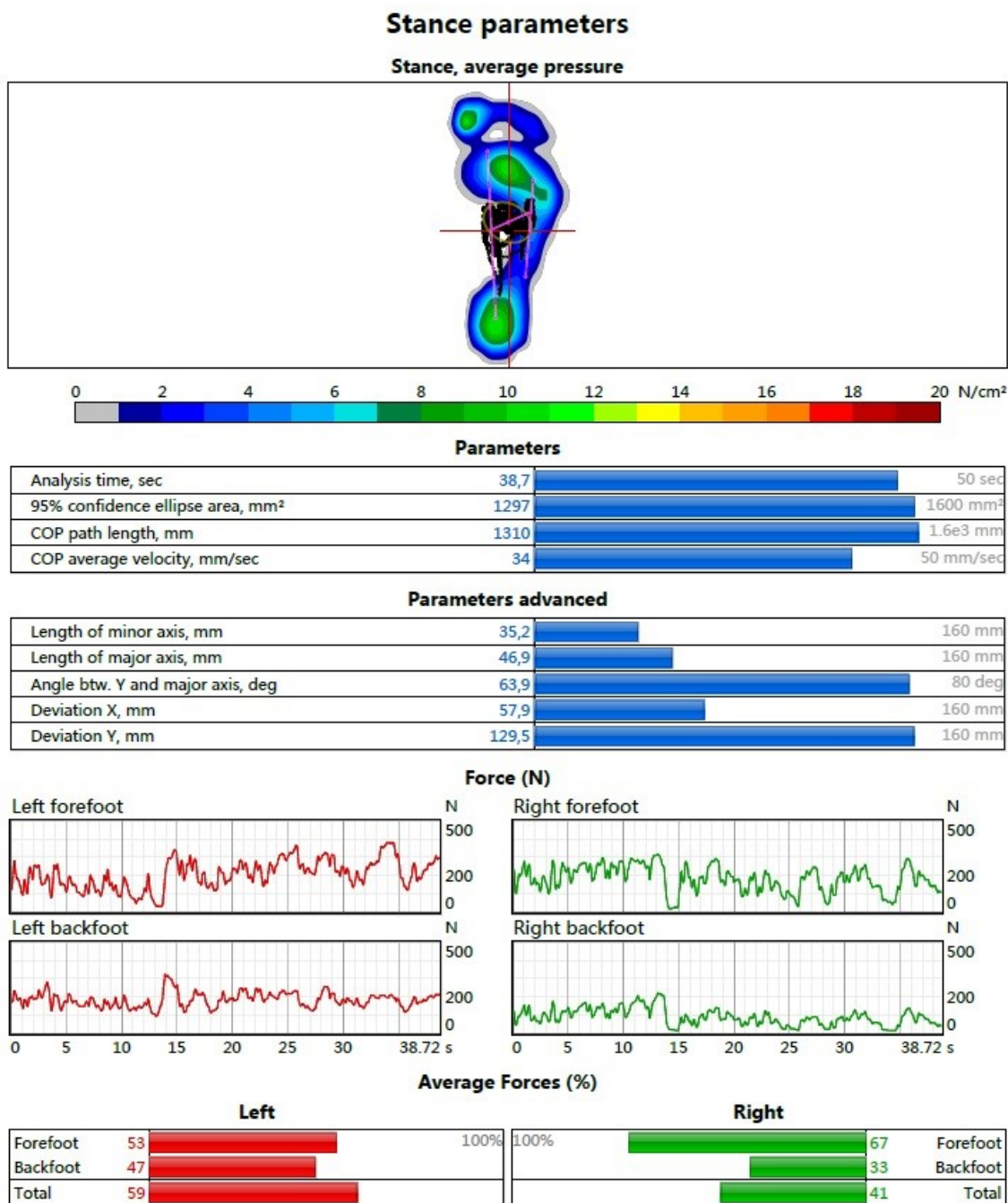


**Average Forces (%)**

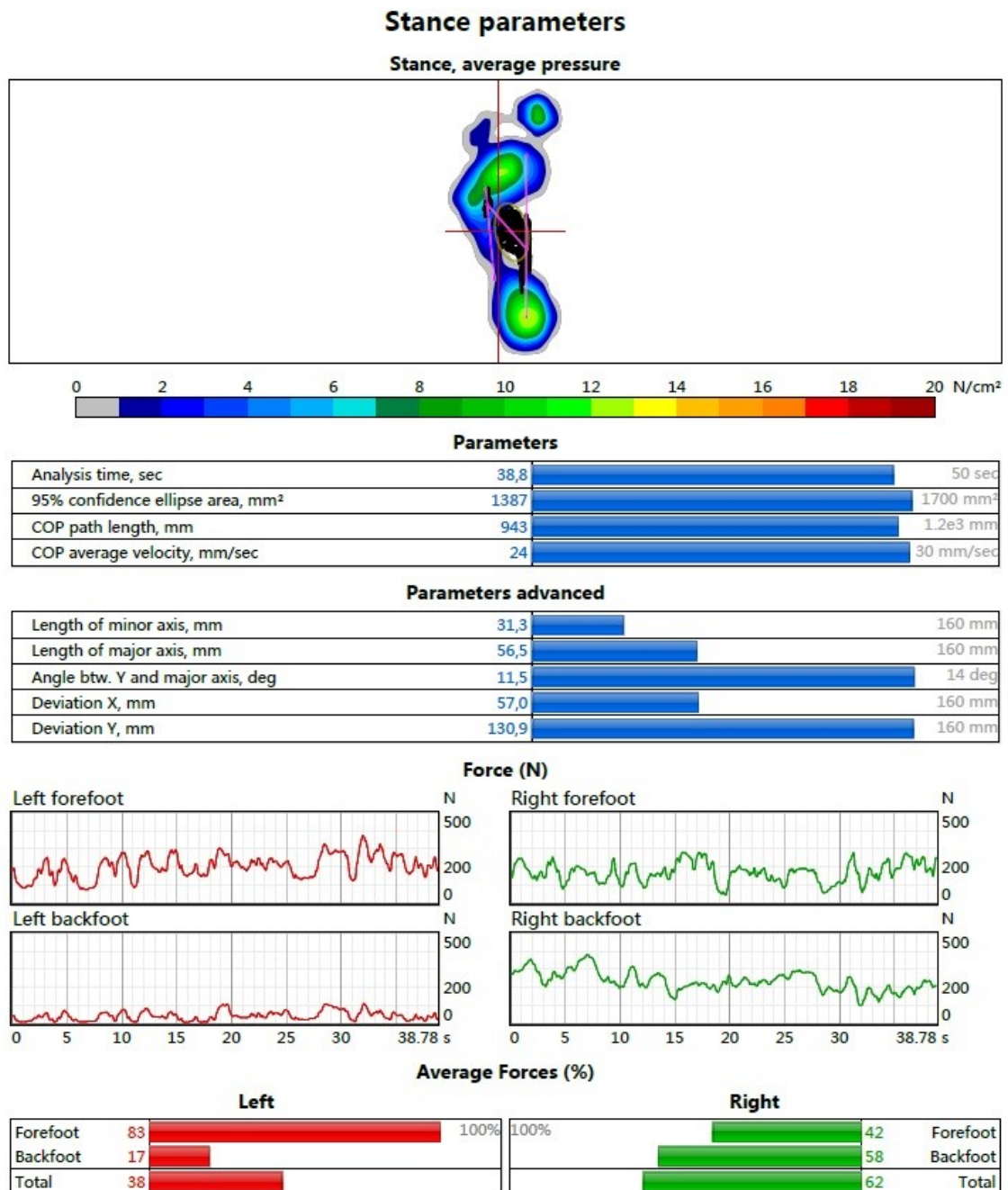
Left		Right	
Forefoot	0	58	Forefoot
Backfoot	0	42	Backfoot
Total	0	100	Total



**Příloha č. 14: Rehawalk výstup.v. stoj na PDK, ZO (obrázek)**



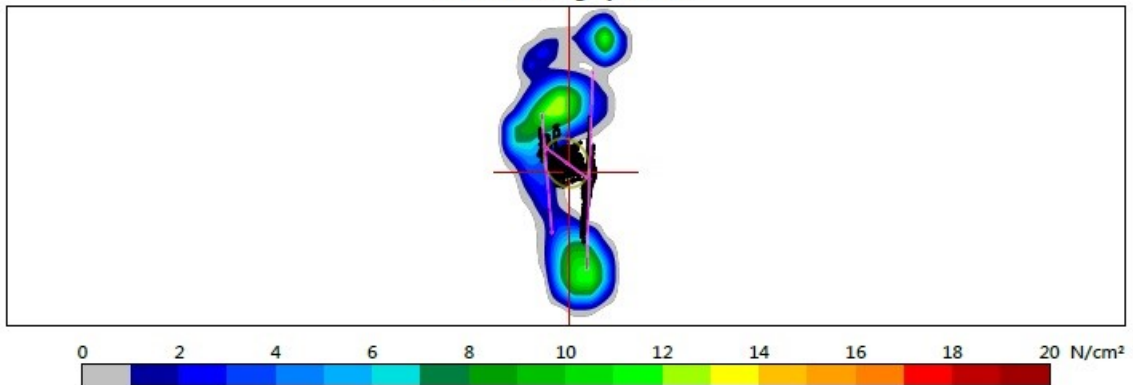
**Příloha č. 15: Rehawalk výstup.v. stoj na LDK, OO (obrázek)**



**Příloha č. 16: Rehawalk výstup.v. stoj na LDK, ZO (obrázek)**

**Stance parameters**

Stance, average pressure



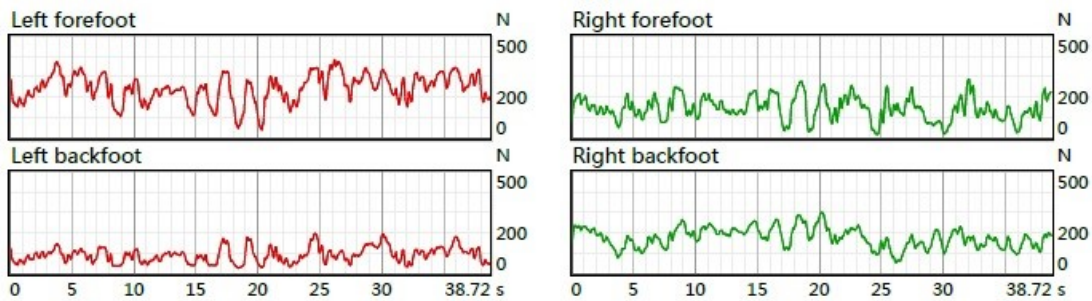
**Parameters**

Analysis time, sec	38,7	50 sec
95% confidence ellipse area, mm <sup>2</sup>	1195	1500 mm <sup>2</sup>
COP path length, mm	1346	1.7e3 mm
COP average velocity, mm/sec	35	50 mm/sec

**Parameters advanced**

Length of minor axis, mm	35,5	160 mm
Length of major axis, mm	42,8	160 mm
Angle btw. Y and major axis, deg	30,5	40 deg
Deviation X, mm	62,4	160 mm
Deviation Y, mm	129,5	160 mm

**Force (N)**



**Average Forces (%)**

Left			Right		
Forefoot	73	100%	45	100%	Forefoot
Backfoot	27		55		Backfoot
Total	51		49		Total