



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
Katedra biomedicínské techniky

**Hodnocení analgetického efektu vysokovýkonné  
laserové terapie při poruchách pohybového  
aparátu (observační studie)**  
**Evaluation of the analgesic effect of high-  
intensity laser therapy in musculoskeletal  
disorders (observational study)**

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika  
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví

Autor diplomové práce: Bc. Aleš Příhoda  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Gleb Donin  
Konzultant diplomové práce: prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr. h. c.

---

Kladno 2019

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<b>Příhoda</b>	Jméno:	<b>Aleš</b>	Osobní číslo:	<b>433785</b>
Fakulta:	<b>Fakulta biomedicínského inženýrství</b>				
Garantující katedra:	<b>Katedra biomedicínské techniky</b>				
Studijní program:	<b>Biomedicínská a klinická technika</b>				
Studijní obor:	<b>Systémová integrace procesů ve zdravotnictví</b>				

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Hodnocení analgetického efektu vysokovýkonné laserové terapie při poruchách pohybového aparátu (observační studie)**

Název diplomové práce anglicky:

**Evaluation of the analgesic effect of high-performance laser therapy in locomotor disorders (observational study)**

Pokyny pro vypracování:

Cílem diplomové práce je observační studie hodnotící analgetický efekt vysokovýkonné laserové terapie a její vlivu na délku celkové terapie u pacientů s poruchami pohybového systému. Pro hodnocení analgetického efektu budou použity mezinárodně uznávané hodnotící metody a nástroje. Bude posouzen účinek vysokovýkonné laserové terapie (HILT) při tlášení bolesti v důsledku poškození pohybového aparátu jako monoterapie a její vliv na výsledný efekt multidisciplinární rehabilitační péče. Výsledky budou statisticky porovnány s běžnou rehabilitační péčí bez využití fyzikálních léčebných metod s primárním analgetickým účinkem. V návaznosti na výsledky observačního pozorování bude navržena vhodná metodika komplexní rehabilitační péče k dosažení účinnějšího analgetického efektu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] CHEN, Lianghua, Dandan LIU, Liping ZOU, et al., Efficacy of high intensity laser therapy in treatment of patients with lumbar disc protrusion: A randomized controlled trial, Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, ročník 31, číslo 1, 2018, DOI: 10.3233/BMR-170793
- [2] POON, Tsz Hin a Catherine CARUS, the effectiveness of laser therapy on the management of chronic low back pain, International Journal of Therapy and Rehabilitation, ročník 23, číslo 9, 2016, DOI: 10.12968/ijtr.2016.23.9.432
- [3] SVOBODNÍK, Adam, Regina DEMLOVÁ a Ladislav PECEN, Klinické studie v praxi, ed. 1, Brno: Facta Medica, 2014, ISBN 978-80-904731-8-8
- [4] ALAYAT, Mohamed Salaheldien Mohamed, Ashraf Abdelaal MOHAMED, Omar Farouk HELAL a Osama Ahmed KHALED, Efficacy of high-intensity laser therapy in the treatment of chronic neck pain: a randomized double-blind placebo-control trial, Lasers in Medical Science, ročník 31, číslo 4, 2016, DOI: 10.1007/s10103-016-1910-2

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Gleb Donin**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

**prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr. h. c.**

Datum zadání diplomové práce: **18.02.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2020**

  
prof. Ing. Peter Kneppo, DrSc.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Hodnocení analgetického efektu vysokovýkonné laserové terapie při poruchách pohybového aparátu (observační studie)“ vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně 15. 5. 2019

.....

Bc. Aleš Příhoda

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych tímto poděkoval především mému vedoucímu Ing. Glebu Doninovi za cenné rady a především čas, který mi ochotně věnoval. Dále bych chtěl poděkovat svým kolegům z fakultní Rehabilitační kliniky Therap Tilia, kteří mi pomáhali při sběru dat. V neposlední řadě děkuji svým blízkým za neutichající podporu a ohleduplnost v době, kdy jsem akademickou práci zpracovával.

## **ABSTRAKT**

**Název diplomové práce:** Hodnocení analgetického efektu vysokovýkonné laserové terapie při poruchách pohybového aparátu (observační studie)

Diplomová práce se zabývá analgetickým účinkem vysokovýkonné laserové terapie (HPLT) a jejího optimálního využití pro efektivní poskytování péče v ambulantním rehabilitačním prostředí. Cílem bylo vytvoření a vyhodnocení průběhu observační studie za účelem ověření analgetického účinku HPLT u pacientů s vertebrogenním algickým syndromem a jeho vliv na celkovou délku a efekt komplexní léčebně rehabilitační péče o tyto pacienty.

V teoretické části práce byl shrnut současný stav problematiky systematickou literární rešerší. Ze zahraničních studií byly identifikovány metody hodnocení bolesti, designy studií, možnosti komparátorů a výsledky pro porovnání. Observační studie měla pro hodnocení dva zdroje informací. Jedním z nich byl získaný soubor dat (n=536) vyhodnocovaný retrospektivně a druhým byl sběr v rámci prospektivní studie (n=156), ve kterém byli probandí rozděleni do tří skupin. Na základě poznatků ze statistického zpracování retrospektivních dat, byly stanoveny hypotézy, které byly ověřovány z výsledků prospektivního sběru dat. Metodou pro hodnocení pocíťované bolesti byla zvolena vizuální analogová škála (VAS).

Probandům v první intervenční skupině (n=49) byla aplikována premedikace 4 aplikací HPLT v intervalu do 14dní před nástupem na manuální terapii. Druhá skupina pacientů absolvovala premedikaci 4 aplikací HPLT v delším časovém intervalu než 14 dní. Kontrolní skupina (n=50) absolvovala pouze manuální terapii. Hypotézy byly testovány pomocí dvouvýběrových t-testů, na základě výsledků F-testu o shodě rozptylu.

Z výsledků prospektivní studie byl prokázán analgetický efekt HPLT ( $p=0,00001$ ) i jeho pozitivní vliv v rámci komplexní terapie ( $p=0,00002$ ). Dále bylo statisticky ověřeno, že při častější aplikaci se dosahuje efektivnějšího tlumení bolesti ( $p=0,00001$ ), než při delších intervalech mezi jednotlivými aplikacemi. V neposlední řadě byl prokázáno, že premedikace HPLT statisticky významně zkracuje celkovou délku trvání komplexní terapie ( $p=0,00001$ ). Na základě poznatků z observační studie byla v diskuzi navržena metodika léčebného postupu péče o pacienty s vertebrogenními obtížemi, která zvyšuje o 23 % efektivitu léčby při tišení bolesti pacientů a zkracuje dobu jejich léčby o 25 procent. Výsledky byly v souladu s klinickými studiemi zahraničních autorů.

### **Klíčová slova**

Vysokovýkonná laserová terapie, analgetický efekt, HPLT, vertebrogenní algický syndrom, observační studie

## **ABSTRACT**

**Master's Thesis title:** Evaluation of the analgesic effect of high-intensity laser therapy in musculoskeletal disorders (observational study).

The thesis is devoted to the evaluation of the analgesic effect of high-intensity laser therapy (HPLT) and optimization of its utilization in outpatient rehabilitation environment. The aim of this work was to prepare, carry out and evaluate the observational study focused on the verification of the analgesic effect of HPLT on patients with vertebrogenic algic syndrome and its effect on the overall length and results of comprehensive rehabilitation care of these patients.

The theoretical part of the thesis summarizes the state of the definition of HPLT based on the literature review. Methods of pain assessment, study designs, compactor options, and comparison results were analyzed based on foreign studies.

The study had two sources of information for evaluation. One of them was the retrospective data set (n=536) and the second was a prospective observational study (n=156), where they were divided into three groups. Hypothesis for the prospective study was established based on the findings from the statistical processing of retrospective data.

As the method for evaluating the pain feeling was chosen the method of the Visual Analog Scale (VAS). The first intervention group (n=49) had a premedication of 4 applications of HPLT at intervals within 14 days or less before manual therapy. The second intervention group had a premedication of 4 HPLTs with an interval of more than 14 days. The control group (n=50) was observed only by manual therapy. Hypotheses were testing using a two-sample t-test and based on results of F-test's variance.

The results of the prospective study demonstrated the significant analgesic effect of HPLT ( $p=0,00001$ ) and its positive effect within the complex therapy ( $p=0,00002$ ). In addition, it was statistically confirmed that more effective pain control is achieved ( $p = 0.00001$ ) in a short-term than at longer intervals between applications. Finally, HPLT premedication has been shown to significantly shorten the overall duration of complex therapy ( $p=0,00001$ ). Based on these results, an approach for the treatment of patients with vertebrogenic disorders was proposed, which increases treatment efficacy by up to 23% in patients pain relief and reduces treatment time by 25 percent. The results were consistent with the clinical studies of foreign authors.

### **Keywords**

High-intensity laser therapy, analgesic effect, HPLT, vertebrogenic algic syndrome, observational study

# Obsah

<b>Seznam symbolů a zkratk.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Přehled současného stavu.....</b>	<b>11</b>
2.1 Laserová terapie .....	11
2.1.1 Princip laseru .....	11
2.1.2 Účinek laseru na organismus.....	12
2.2 Vertebrogenní algický syndrom .....	13
2.3 Literární rešerše zahraničního stavu problematiky .....	15
2.3.1 Metody hodnocení bolesti .....	19
2.3.2 Možnosti porovnání léčebného efektu.....	21
2.3.3 Výsledky klinických studií .....	21
<b>3 Cíle práce.....</b>	<b>23</b>
<b>4 Metody .....</b>	<b>25</b>
4.1 Design studie .....	25
4.2 Analýza retrospektivních dat.....	26
4.2.1 Metody hodnocení efektu terapie .....	26
4.2.2 Přístroj a parametry aplikace .....	27
4.2.3 Metodologie statistického vyhodnocení dat .....	27
4.3 Design prospektivní studie .....	28
4.3.1 Kritéria indukce pacientů .....	29
4.3.2 Přístroj a parametry aplikace .....	29
4.3.3 Metody hodnocení efektu terapie .....	30
4.3.4 Kontrolní skupina .....	31
4.3.5 Metodologie statistického vyhodnocení dat .....	31
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>33</b>
5.1 Retrospektivní data.....	33
5.2 Prospektivní data .....	35
5.2.1 Statistické testování hypotéz .....	41
<b>6 Diskuze.....</b>	<b>48</b>
<b>7 Závěr .....</b>	<b>53</b>

<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>54</b>
<b>Seznam použitých obrázků .....</b>	<b>61</b>
<b>Seznam použitých tabulek.....</b>	<b>62</b>



# Seznam symbolů a zkratk

## Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
$\pm s$		Výběrová směrodatná odchylka
$\bar{x}$		Aritmetický průměr

## Seznam zkratk

Zkratka	Význam
6MWT	Six Minute Walk Test
Cp	Krční páteř
EBM	Evidence base medicine
FLM	Fyzikální léčebné metody
FPS	Faces Pain Rating Scale
HILT	High-Intensity Laser Therapy
HPLT	High Power Laser Therapy
IASP	International Association for the Study of Pain
LLLT	Low Level Laser Therapy
Lp	Bederní páteř
LTV	Léčebná tělesná výchova
MPQ	McGill Pain Index
NFL	National Football League
NHS	National Health Service
ODI	The Oswestry Disability Index
PFAG	Patient Functional Assessment Questionnaire
PP	Pasivní pohyb
PPi	Present Pain index
QALY	Quality-Adjusted Life Year
RCT	Randomized controlled trial
SF-36	Short Form-36
SF-MPQ	Short Form McGill pain index
Sy	Syndrom
SÚKL	Státní úřad pro kontrolu léčiv
TrPs	Trigger points
VAS	Vizual Analog Scale
VAS	Vertebral Algic Syndrome
VRS	Verbal Analog Scale
WOMAC	The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

# 1 Úvod

S poruchou pohybového aparátu se v životě potýká každý člověk. Bolest, která má signalizační funkci ve chvílích, kdy k takovému problému došlo či teprve dochází, je významným faktorem snižující kvalitu života. V oboru rehabilitace je charakter bolesti, její lokalizace a intenzita důležitým zdrojem informací při diagnostice, ale na druhou stranu by její tišení mělo být prioritou poskytované péče. Vzhledem k míře toxicity farmaceutik působící na organismus a následnému riziku vzniku závislosti se upřednostňují k tišení bolesti poruch pohybového aparátu fyzikální léčebné metody.

Observační studie zpracována v této práci se zabývá analgetickým účinkem vysokovýkonné laserové terapie (HPLT) při tišení bolesti u pacientů s vertebrogenním algickým syndromem. Při zařazení účinné fyzikální léčebné metody se dá předpokládat zvýšení efektivity léčby a urychlení doby rekonvalescence pacientů. Zkrácení léčebného procesu je nutnou inovací pro optimalizaci poskytované péče v přetíženém ambulantním rehabilitačním prostředí. Cílem diplomové práce je návrh metodického postupu léčebné péče u pacientů s vertebrogenními obtížemi opírající se o výsledky statistického hodnocení analgetického efektu a úspory časové dotace na léčbu při použití HPLT v rámci komplexní terapie.

Diplomovou prací navazují na poznatky bakalářské práce vypracované na téma Porovnání efektivity vysokovýkonné laserové terapie u pacientů s poruchami pohybového systému, kterou jsem obhájil u státní závěrečné zkoušky z oboru Fyzioterapie. V diskuzi o výsledcích bakalářské práce se totiž objevila možnost ověřit další hypotézy a prohloubit tak klinické poznatky o vysokovýkonné laserové terapii. Vzhledem k pozitivním výsledkům předchozího výzkumu a zkušenostem, které jsem nabyl používáním této fyzikální léčebné metody v praxi, jsem se rozhodl pro pokračování v problematice.

## 2 Přehled současného stavu

Bolestivé stavy pohybového aparátu jsou důvodem pro vyhledání odborné zdravotní péče. Jejich etiologie je často nespecifická, a i přes rozvoj medicíny a pokrok moderní techniky, neexistují jednotná diagnostická ani léčebná schémata při jejich řešení. Většina lékařů se řídí svými zkušenostmi či doporučenými postupy od České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně [1].

V dnešní době většina lidí řeší akutní bolest volně dostupnými léky. Důkazem toho jsou především údaje ze statistik Státního úřadu pro kontrolu léčiv, podle kterého se v roce 2016 distribuovalo 19 786 168 balení analgetik za téměř 2,25 mld. Kč. Za dalších více než 1,79 mld. Kč protizánětlivých a protirevmatických léčiv, jako například Brufen, Ibalgin nebo Nurofen a další léčiva k terapii lokálních bolestí muskuloskeletálního systému za 650 mil. Kč [2].

Potlačování bolesti však není řešením, i když je její tišení primárním zájmem každého pacienta i lékaře. Bolest má z fyziologického pohledu především funkci informativní a ochrannou, což znamená, že informuje o problému a chrání tak před dalším poškozováním struktur lidského těla. Tuto funkci má především bolest akutní, proto by se před začátkem terapie bolesti měla diagnostikovat její příčina.

Vzhledem k riziku závislosti na farmakách a jejich sekundárním efektům, se stále více lékařů přiklání k trendu snižování počtu farmak a jejich nahrazování fyzikálními léčebnými metodami, jako je například laserová terapie [3].

### 2.1 Laserová terapie

#### 2.1.1 Princip laseru

Laserová terapie je poměrně nová terapeutická metoda. Většina studií hodnotící efekt při poskytování zdravotní péče pacientům v chirurgii, rehabilitaci, stomatologii a dalších medicínských oborech byla publikována až v tomto století. Od roku 1960, kdy proběhla první demonstrace funkčního laseru, došlo k obrovskému pokroku při sestrojování přístrojů k aplikaci stimulované emise elektromagnetického. Využití laseru napříč všemi odvětvími hospodářství je umožněno díky rozvoji technologií v oblasti diodových světelných zářičů [31].

Laser využívá dodávané energie ze zdroje k excitaci elektronů vlastního aktivního prostředí na vyšší energetickou hladinu. Při návratu elektronů na klidovou energetickou hladinu dochází k vyzaření fotonů a dochází k stimulované emisi fotonů ve stejné frekvenci i fázi s ostatními elektrony v daném prostředí [32]. Toto speciální

elektromagnetické vlnění má charakteristické vlastnosti, které ho odlišují od běžných umělých zdrojů světla [31].

Těmito vlastnostmi jsou koherentnost, monochromaticnost, polarizace a nondivergence. Koherentnosti, neboli uspořádanosti elektromagnetického vlnění značí, že vlny mají shodnou frekvenci i směr kmitu. Na základě koherentnosti se vlny mohou skládat, a tím může laser přenášet vysokou hustotu energie. Monochromaticnost značí jednu vlnovou délku elektromagnetického záření o malé divergenci. Malá rozbíhavost je další vlastností charakteristickou pro laser. Proto dokáže laser působit lokálně a může dosahovat vyššího efektu než jiné umělé zářiče bez této vlastnosti. Polarizované světlo se šíří a kmitá v jedné rovině a je tedy kolmé na směr, kterým působí vektor energie [31].

Stavba laseru se skládá ze zdroje, aktivního prostředí a optického rezonátoru. Zdroj dává podnět k excitaci elektronů v aktivním prostředí. Může být tvořeno kapalinou, plynem nebo pevnou látkou. Základní vlastností těchto médií musí být schopnost absorbovat energii přicházející ze zdroje a po excitaci ji pomocí fotonů najednou vyslat do další části hlavice přístroje. Aktivní prostředí je obklopeno optickým rezonátorem, které pomocí systému zrcadel usměřňuje tok energie. Polopropustné zrcadlo na jeho konci udržuje elektromagnetické vlnění uvnitř rezonátoru tak dlouho, dokud excitované fotony nemají dostatečnou energii pro jeho překonání. Tím se dosahuje vysoké koncentrace energie laserového paprsku [32].

### **2.1.2 Účinek laseru na organismus**

Vysoká hustota předávané energie laserovým paprskem má několik účinků. To umožňuje využít laserovou terapii na širokou škálu diagnóz. Jedním z hlavních účinků na tkáň je fotochemická reakce [33]. Na základě schopnosti buněk absorbovat energii z elektromagnetického vlnění se dosahuje excitovaného stavu atomů ve tkáních. Díky zákonům o absorpci světla může pak organismus rychleji syntetizovat látky a uskutečnit více procesů než za obvyklého stavu. Mechanismus účinku laseru je tedy založen na stimulaci mitochondrií, které plní funkci „buněčných elektráren“. Zvýšená aktivita mitochondrií podporuje tvorbu adenosintrifosfátu (ATP) pomocí Krebsova cyklu. Tělo jej využívá k zvýšenému počtu metabolických dějů a urychluje tak regeneraci. Větší koncentrace ATP v těle má také za důsledek více energie k využití pro syntézu DNA [31].

Přenos energie získané z fotochemické reakce, je mezi buňkami zabezpečován pomocí tzv. bystander efektu (syndrom nezúčastněného diváka). Bystander efekt je v literatuře popisován jako přenesená reakce, kdy i neozářené buňky vykazují shodnou reakci, díky intracelulární komunikaci. Ta je zabezpečována konexony, což jsou membránové kanálky tvořeny proteiny. Pokud jsou již buňky stimulovány na maximální energetickou úroveň, tak další energii neabsorbují. Z toho plyne, že není možné, aby se lidská tkáň zářením předávkovala [31].

Laserová terapie je využívána v rehabilitaci a ve stomatologii, především pro její analgetický účinek. Působením laseru na lipidy v membráně neuronu omezuje prostupnost sodíkových iontů do intracelulárního prostoru, a tím snižuje jejich citlivost pro vzrušivé podněty. Vytvářením bariér pro depolarizaci membrán neuronů se omezuje přenášení informace o po ascendentních drahách do CNS. Na základě vrátkové teorie bolesti se využívá tohoto mechanismu ke tlumení bolesti při vedení signálů z nocireceptorů povrchových tkání po nemyelizovaných C vláknech a slabě myelizovaných vláknech A až do gyrus poscentralis. V odborné literatuře se uvádí, že k inhibici dochází nejspíše již na úrovni substantia gelatinosa rolandi. [31].

Vliv na šíření informací o bolesti má jistě i zvýšená koncentrace ATP ve tkáních, způsobená stimulací mitochondrií pomocí laserového paprsku. ATP je totiž využívána při udržování klidového membránového potenciálu pomocí sodíkodraslíkové pumpy. Při kontinuálním přečerpávání iontů přes membránu je obtížnější překonat práh potřebný k depolarizaci membrány a přenosu vzruchu [31].

Nervosvalový přenos je umožněn pomocí neurotransmiterů. Jedním z nich je i acetylcholin. Laserová terapie má vliv na syntézu acetylcholinesterázy, která rozkládá acetylcholin v synapsích nervosvalových plotének. Urychlením rozkladu acetylcholinu a jeho zpětná resorpce do synapse neuronu snižuje tonus svalových vláken. Pokud je sval ve spazmu vlivem hypertonického stavu, může působit bolestivé stavy i na odlehlých částech těla. Uvolněním těchto spasmů snižuje laserová terapie bolestivost pohybového aparátu [31, 33].

V neposlední řadě je několik dalších teorií a způsobů, kterými může být analgetického efektu dosaženo. Laserová terapie stimuluje schopnost organismu tvorby endogenních opioidů. Průnik emitovaného světla přes kůži se dá využít i k tzv. akupunktuře pomocí laseru (laserakupunktura). Stimulací určitých bodů se při laserakupunktuře dosahuje vyplavování endorfinů v CNS. Ústupu bolesti je dosahováno také antiedematózním účinkem. Ten probíhá na základě snížení tlaku ve tkáni díky zlepšené vazodilataci působením laseru [31].

## **2.2 Vertebrogenní algický syndrom**

Nejčastěji diagnostikovanou příčinou bolesti zad u pacientů je vertebrogenní algický syndrom. Toto onemocnění postihuje převážně osoby v produktivním věku, a proto je i jedním z nejčastějších důvodů pracovní neschopnosti občanů v České republice. Podle odborníků se více než 80 % lidí během svého života setká s bolestí v oblasti zad. Největším problémem vertebrogenního algického syndromu (VAS) je jeho velké riziko k přechodu do chronického stavu. Celospolečenské zatížení touto problematikou je navíc ještě daleko vážnější, protože ve více než 60 % případů je osobám trpících chronickým VAS nakonec přiznáván invalidní důchod. Z celkového počtu osob

s invalidním důchodem je právě polovina pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi [34].

Předním důvodem vysoké incidence vertebrogenního algického syndromu je široké spektrum příčin způsobující dorzoalgie. I přes technologický i empirický růst u velké části pacientů nelze v současné době stanovit přesnou etiologii pro její multifaktoritu. Jednou z důležitých příčin, která je často chybně přehlížena, je funkčnost axiálního systému jako komplexního celku. Automaticky tvořené kompenzace blokády, svalových disbalancí či jiných patologií v rámci páteře jsou zdrojem přenášení bolesti mezi jednotlivými částmi osového orgánu. Teorie vycházející z fylogenetického vývoje člověka vychází z předpokladu, že vlivem napřímení a lokomoce pouze po dolních končetinách se prozatím páteř dostatečně neadaptovala. Současný trend zaměstnání a pohodlný životní styl obyvatel moderních civilizací má zajisté nezanedbatelný vliv. V neposlední řadě se také stres a emocionální stav nemocných negativně promítá do pohybového aparátu, a to zejména u osob produktivního věku, kteří jsou pod neustálým tlakem ve svých zaměstnáních [35].

Diagnostickými zobrazovacími metodami byly prokázány příčiny, které dorzoalgie vyvolávají. Nejčastěji odhalenými příčinami moderními zobrazovacími metodami jsou protruze či výhřez intravertebrálního disku nebo trauma muskuloligamentózního aparátu. Velmi časté u starších pacientů jsou degenerativní změny v meziobratlových prostorech či jejich zúžení vlivem ztenčení disků. Ve spojitosti se zúžením meziobratlového prostoru je další příčina působící značnou bolest, a to komprese míšního kořenu. I anatomické anomálie jako je spondylolistéza nebo systémová onemocnění, mezi kterými figurují autoimunitní onemocnění či onkologické novotvary mohou být příčinami, které narušují fyziologické struktury nervového systému [34].

Charakteristickými symptomy jsou především střídavá intenzita bolesti a její častá recidiva. Tyto symptomy mohou být však způsobeny mnoha faktory. Při kineziologickém vyšetření mohou být pozorovány funkční či reflexní změny na kůži, podkoží nebo svalech. Při palpačních technikách může terapeut pociťovat zvýšený odpor při snaze o tvorbu Kibblerovi řasy. Odpor je způsoben hypertrofií přetěžovaného svalstva v kombinaci se zvýšenou přilnavostí vazivových obalů svalstva. I svalové reflexní změny jsou poměrně snadno palpačně rozpoznatelné. Svalové spazmy jsou však z reflexních změn zřejmě největším problémem kvůli jejich bolestivosti. Další negativní vlastností svalových reflexních změn je jejich replikační schopnost. Spazmy jsou schopné vytvořit se po dráhách svalových řetězců i na kontralaterální straně pohybového aparátu, což výrazně ztěžuje diagnostiku i následnou terapii [35].

Při diagnostice je důležité precizně posoudit nálezy z klinického, neurologického či morfologického vyšetření v kombinaci s obrazovými daty ze zobrazovacích metod. I tak u většiny idiopatických vertebrogenních syndromů je pro zkušené odborníky přesná diagnostika neřešitelným hlavolamem. Zlatým standardem pro diagnostiku je i přes

využívání moderních technologií dobře odebraná anamnéza a empirické posouzení lékaře. Důležité je však vyloučit vážnější důsledky poruchy axiálního systému, a to zejména při bolestech beder. Při odebrání anamnézy je nutné ověřit funkci sfinkterů pro vyloučení syndromu kaudy, která by se jinak musela neprodleně řešit operativním způsobem [34].

Jak již bylo zmíněno, předpokladem pro správnou diagnostiku je vyšetření všech částí osového orgánu včetně symetrie paravertebrálních měkkých tkání. Funkční vyšetření spočívá v posouzení fyziologické dynamiky páteře. I nefyziologická hypermobilita páteře, která přílišně namáhá meziobratlová skloubení a jejich ligamenta, může způsobovat zvýšenou citlivost až silně omezující bolest. Pokud je objevena hypermobilita pouze určitého segmentu, bude se zřejmě jednat o kompenzaci blokády v blízkém segmentu. Po odblokování by se hypermobilita měla stabilizovat a skloubení by se mělo vrátit do normální mobility [34, 35].

### **2.3 Literární rešerše zahraničního stavu problematiky**

V rámci analýzy současného stavu problematiky byla provedena systematická literární rešerše. Jejím předmětem byla identifikace metod sběru dat, hodnocení bolesti a diagnózy randomizovaných klinických studií zabývajících se účinkem laserové terapie. Mimo jiné bylo také sledováno, s jak velkými skupinami probandů zahraniční odborníci ve svých studiích pracují, pro relevantnost pozdějšího porovnávání výsledků. V neposlední řadě byla sledována tvorba kontrolních skupin, které jsou pro sílu klinických studií stěžejním faktorem při interpretaci výsledků.

Vyhledávání relevantních zahraničních studií bylo vyhotoveno především v databázích Medline a Web of Science. Jako klíčová slova byly zvoleny následující výrazy:

- high intensity laser therapy (HILT);
- high power laser therapy (HPLT);
- analgesic effect laser therapy;
- laser therapy rehabilitation.

Pro zúžení vyhledávaných výrazů, bylo nastaveno omezení od roku 2008 do současnosti. Další podmínkou při stanovování filtru bylo hodnocení efektu intervence na lidech a přístupnost studie v plném rozsahu.

Po přečtení abstraktů bylo vybráno 16 studií, které byly dále zpracovávány. Kritéria pro výběr vhodných studií ke zpracování do diplomové práce byla:

- článek pojednával o klinickém efektu léčby pomocí vysokovýkonné laserové terapie;
- článek sám o sobě popisoval meta-analýzu literatury týkající se laserové terapie;
- článek pojednával o vysokovýkonné laserové terapii v rehabilitaci.

Pro lepší přehled o využívaných metodách k hodnocení efektu byly do výběru zahrnuty i dvě systematické rešerše literatury, které vyhodnocují klinický efekt u nízko výkonné laserové terapie (LLLT) a jedna další relevantní studie, týkající se využití LLLT v léčbě chronické bolesti.

Z níže uvedené tabulky 2.1 lze vyčíst, že randomizované studie týkající se vysokovýkonné laserové terapie jsou především z období posledních 5 let. Studie z roku 2009 a 2007, zahrnuté do rešerše, se totiž týkají LLLT. Výhodou této fyzikální léčebné metody je zejména její široké indikační spektrum, což potvrzuje i tabulka 2.1 Přehled studií zahrnutých do literární rešerše, kde lze vidět rozmanitost diagnóz v klinických studiích.

Nejvíce studií se zabývalo bolestí zad, která byla způsobena funkční či strukturální poruchou, nebo nespecifickým vertebrogenním algickým syndromem (VAS). Druhá nejčastěji se opakující diagnóza ve vybraných studiích byla osteoartróza a tišení bolesti při pokročilé fázi tohoto onemocnění.

Země původu u studií byly značně různorodé. V těchto studiích z 12 zemí světa, uvedených v tabulce 2.1 bylo, provedeno hodnocení efektu na téměř 4,5 tisících probandů.

Z tuzemských studií byla do rešerše zahrnuta pouze jedna relevantní studie. Tato studie disponuje nejen všemi potřebnými parametry pro zařazení do této práce, ale je dle mého názoru přehledná, a v porovnání s ostatními studiemi dobře zpracovaná. K jejímu nalezení byl použit vyhledávač Národní lékařské knihovny – Medvik.



**Tabulka 2.1** Přehled studií zahrnutých do literární rešerše

<b>autor</b>	<b>rok</b>	<b>stát</b>	<b>diagnóza</b>	<b>probandů</b>	<b>metody</b>	<b>laser</b>	<b>komparátor</b>
Angelova [4]	2016	Bulharsko	gonartróza	72	VAS a dolorometr	HPLT	placebo
Badiozaman [5]	2015	Írán	VAS Lp	101	FPS, LINKERT	HPLT	obstřík
Boyras [6]	2015	Turecko	diskopatie	65	VAS a Te Oswestry disability index, SF-36	HPLT	UZ, kinesioterapie
Conforti [7]	2013	Itálie	whiplash sy	135	VAS, datum návratu do práce	HPLT	manuální terapie
El-Shamy et al. [8]	2016	Egypt	hemofilie	30	VAS, 6MWT	HPLT	placebo
Glazov [9]	2016	Austrálie	VAS Lp	1039	VAS	LLLT	
Gook-Joo Kim [10]	2016	Jižní Korea	osteoartróza	20	VAS a WOMAC	HPLT	fyzikální terapie
Haładaj et al. [11]	2017	Polsko	cervikální spondylóza	174	VAS, Neck Disability Index a PP	HPLT	přístrojová trakce
Chen [12]	2018	Čína	VAS Lp	63	VAS a Schober	HPLT	spinální dekompresní systém
Chow et al. [13]	2009	Austrálie	bolest krku	820	VAS	LLLT	placebo
Izukura et al. [14]	2017	Japonsko	chronická bolest kotníku	17	VAS	LLLT	

Long [15]	2015	Velká Británie	laterální epikondylitida	29 RCTs	VAS	LLLT, HPLT	placebo
Procházka [16]	2017	Česká republika	VAS	56	VAS a PFAG	HPLT	placebo
Rickards [17]	2007	Velká Británie	myofasciální TrPs	1321	VAS, McGill pain index, prahová algometrie, index invalidity bolesti, procento času v bolesti	LLLT	TENS, magnetoterapie, placebo
Sae Hoon Kim [18]	2015	Jižní Korea	sy zamrzlého ramene	66	VAS a PP	HPLT	placebo
Thabet et al. [19]	2017	Egypt	dysmenorrhea	52	Present Pain intensity scale (PPi) - 0-4; Pain relief scale (PR) - 0-4	HPLT	pulzní magnetoterapie
White a. [20]	2017	USA	osteoartróza	39	VRS verbální stupnice 0-10	HPLT	
White b. [3]	2017	USA	bolestivé stavy	477		LLLT, HPLT	elektroterapie

### 2.3.1 Metody hodnocení bolesti

Nejvíce využívanou a uznávanou definicí je ta od Mezinárodní společnosti pro studium bolesti (International Association for the Study of Pain – IASP): „*Bolest je nepříjemný smyslový a emoční prožitek (zkušenost) spojený se skutečným nebo potencionálním poškozením tkáně, nebo popisovaný výrazy pro takové poškození.*“

Dodatek k této definici zní: „*Bolest je vždy subjektivní.*“ I přesto, že je bolest subjektivní a značně individuální, lze jí měřit mnoha způsoby [21].

V 80 % zahraničních studií zahrnutých v literární rešerši této práce byla bolest měřena vizuální analogovou škálou (VAS). V mnoha případech byla doplněna další metodou pro hodnocení konkrétní diagnózy nebo různými modifikacemi této metody pro danou zemi, věk či stav pacientů. Například u dětských pacientů se místo číselné stupnice používá hodnocení pomocí obličejů (Faces pain rating scale), viz obrázek 2.1 [22].



Obrázek 2.1 - Vizuální analogová a obličejová škála bolesti [41]

Zvolení metody pro hodnocení bolesti tedy závisí hlavně na diagnóze. Ve studiích zaměřených na pacienty s bolestmi souvisejícími s axiálním systémem, se nejvíce využívala již zmíněná metoda VAS. I mezi těmito studiemi se našly malé odlišnosti. Například ve studii tvořené na Shahid Beheshti University of Medical Sciences v Íránu, byla při srovnání HPLT s epidurálními obstríky páteře v lumbální oblasti využita obličejová hodnotící škála (FPS) a pro doplnění o kvalitu bolesti ještě dotazník Likert [5].

Dobrym doplňujícím prostředkem pro získání většího množství statistických dat se zdá být dotazník Likert, ale názory odborníků na jeho využití v praxi jsou v řadě případů negativní. Důkazem toho je článek v časopise International Journal of Exercise Science z roku 2015, jehož autoři tvrdí, že v těchto dotaznících může docházet

k nesprávným interpretacím a jejich následkem k nepřesnostem ve statistických vyhodnoceních. Proto jsou parametrické statistiky vnímány jako kvalitnější než neparametrické. Hodnocení intenzity bolesti pomocí VAS je na základě zkušeností při sběru dat stejně účinné a zároveň přináší lepší data pro analýzu [23].

V další studii, která hodnotila efekt léčby pomocí HPLT a terapeutického ultrazvuku u pacientů s hernií bederního disku, byly kromě již mnohokrát zmiňované VAS, použity dotazníky The Oswestry Disability Index a Short Form-36 (SF-36) [24]. The Oswestry Disability Index (ODI), je považován za „zlatý standard“ pro hodnocení bolesti v oblasti bederní páteře, stupně postižení a kvality života [25]. Dotazník SF-36 je nástroj americké výzkumné instituce RAND pro hodnocení kvality života ve vztahu ke zdravotnímu stavu. Kromě fyzického zdraví jím lze hodnotit i zdraví duševní [26].

Druhou nejčastější diagnózou pacientů zahrnutých do studií vybraných v rámci literární rešerše byla osteoartróza. V první z nich se u bývalých hráčů amerického fotbalu z NFL, kteří pociťovali chronickou bolest způsobenou osteoartrózou, hodnotil efekt vysokovýkonné laserové terapie. Toto degenerativní onemocnění je postihlo na především o specificky namáhané kloubní plochy pro tento sport. Šlo o kolenní, ramenní, kyčelní kloub a kloubní spojení v bederní oblasti páteře. U těchto probandů, byla využívána verbální hodnotící škála (VRS) [20]. VRS je většinou šestistupňová verbální modifikace VAS. Odborníky opět negativně hodnocená, kvůli rozličnosti jejich stupňů oproti VAS [27].

Ve studii Angelova & Ilieva z roku 2016 [4], která se zabývá hodnocením analgetického efektu HPLT u pacientů trpících gonartrózou, byla bolest kromě hlavních sledovaných hodnot z VAS, hodnocena i výstupními hodnotami z dolorimetru. Hodnota tlaku, který je na pacienta dolorometrem vyvíjen do okamžiku, kdy je bolest nesnesitelná, by se mohl zdát jako dobrým výstupem pro statistické hodnocení analgetického efektu. Na tuto diagnostickou metodu se v odborné literatuře podobně jako u dotazníku Likert vyskytují negativní názory expertů na její využití. Dokonce již v roce 2011 byla označena za metodu minulého století, vzhledem k psychologické stránce bolesti [28].

Zdravotní problémy spojené s gonartrózou nebo koxartrózou mohou být hodnoceny pomocí dotazníku The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). Tak tomu bylo i v případě studie vypracované autorským kolektivem Kim et al. z roku 2016 [10].

V neposlední řadě je třeba zmínit studii Thabet et al. 2017 [19], ve které se využívá hodnocení současné intenzity bolesti. Present Pain intensity scale (PPi) je pěti stupňová škála, hodnotící krátkodobou změnu intenzity bolesti a současného stavu pacienta. Dalším dotazníkem využívaným k hodnocení bolestivých stavů je tzv. McGill pain index (MPQ) [29], který byl jednou z povolených metod hodnocení bolesti v meta-analýze srovnávající různé analgetické fyzikální léčebné metody [17]. Vhodnou kombinací těchto dvou metod je zkrácený dotazník the McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ). Využívá

se v případech, kdy není dostatek času na vyplňování standardního MPQ, ale zároveň VAS nebo PPI jsou nedostačující [30].

I v tuzemské studii, zahrnuté do rešerše, byla využita VAS pro hodnocení bolesti a pro doplnění byly sledovány parametry běžných denních činností pomocí dotazníku PFAQ (Patient functional assessment questionnaire) [16].

### **2.3.2 Možnosti porovnání léčebného efektu**

Srovnání efektu vysokovýkonné laserové terapie se ve všech studiích porovnávalo proti kontrolní skupině, která nebyla léčena laserovou terapií. Z tabulky 2.1 je jasné patrné, že nejčastěji jsou složeny pacienti dostávající falešnou léčbu laserem, tedy placebo, kdy se hlavice laseru zaslepí nebo hustota energie je na minimální možné hodnotě.

Jako další možnosti srovnání se používají jiné druhy fyzikálních léčebných metod využívající analgetického či myorelaxačního efektu pro tlášení bolesti pacientů. Kromě zdravotnických prostředků s primárním analgetickým účinkem bylo ke srovnání s vysokovýkonnou laserovou terapií využita i manuální terapie [7], obstríky [5] nebo například trakce pomocí speciálního zařízení vyvinutého k zákrokům pomocí jemného tahu v ose krční páteře [11].

### **2.3.3 Výsledky klinických studií**

Výsledky studií hodnotících analgetický efekt vysokovýkonné laserové terapie hovoří jednomyslně ve prospěch HPLT.

Ve srovnání s konzervativní fyzikální terapií při léčbě gonartrózy měla skupina léčená pomocí HPLT na konci léčebné kúry výrazně nižší hodnotu bolesti podle VAS, a ještě výrazněji lepší hodnotu dle WOMAC indexu [10].

Oproti manuální terapii s režimovými opatřeními se u pacientů léčených HPLT po autonehodách s whiplash syndromem dosáhlo nižšího skoré VAS na konci terapie, což znamená, že bylo dosaženo větší úlevy od bolesti. V této studii se uvádí, že pacienti léčení pomocí HPLT se v průměru vrátili do zaměstnání o 28 dní dříve [7].

Tlumení menstruačních bolestí vysokovýkonnou laserovou terapií v porovnání s terapií pulzním elektromagnetickým polem bylo také účinnější pomocí HPLT. Po absolvování laserové terapie se zlepšil stav probandek o 78 %, zatímco pulzní magnetoterapie zaznamenala pouze 62 % zlepšení stavu. Výsledky studie potvrdily, že obě metody snižují bolestivost, ale HPLT efektivněji [19].

Ve studii El-Shamy z roku 2016 [8], která hodnotí analgetický efekt HPLT a jeho vliv na kvalitu a funkční kapacitu chůze u dětí s hemofilií typu A, bylo zaznamenáno výrazné zlepšení u dětí léčených HPLT oproti skupině s placebem. Dle výsledků studie by měla být laserová terapie s vysokou intenzitou indikována do rehabilitačního plánu dětí s hemofilní artropatií.

Na rozdíl od vysokovýkonné laserové terapie, nedosahuje nízkovýkonná laserová terapie tak jednoznačných výsledků klinických studií. Pro dosažení pozitivního efektu je potřeba vyššího počtu aplikací a delší doby léčby než u HPLT, jako tomu bylo ve studii Izukura et al. 2017 [14], kde bylo zaznamenáno u 15 ze 17 pacientů snížení bolesti hlezenního kloubu.

Ve studii Haładaj et al. 2017 [11] se porovnávají výsledky léčby pacientů s cervikální spondylózou, a to konkrétně snížení bolestivosti a dynamiky krční páteře. Analgetický efekt terapie byl jednoznačně významnější u HPLT než u trakčního přístroje, a to jak v krátkodobém, tak dlouhodobém sledování. Důležitým poznatkem z výsledků této studie je, že laserová terapie měla v dlouhodobém efektu lepší výsledky i v rozsahu pohybu.

Pozitivní ovlivnění chronických bolestivých stavů pomocí vysokovýkonnou laserovou terapií potvrzují i výsledky meta-analýzy [3], ve které se hodnotí na 477 probandech možnost nahrazení analgetik fyzikálními léčebnými metodami. Další meta analýzy potvrzují i pozitivní účinek LLLT [9] [14].

### 3 Cíle práce

Cílem diplomové práce je observační studie k ověření hypotéz vycházejících z výsledků statistického vyhodnocení získaných dat z oddělení fakultní Rehabilitační kliniky Therap Tilia. Předmětem hodnocení je analgetický účinek vysokovýkonné laserové terapie u pacientů s vertebrogenním algickým syndromem a její vliv na efekt a celkovou délku komplexní terapie. Hypotézy ověřují názory odborníků publikovaných v odborné literatuře, týkající se doby mezi jednotlivými aplikacemi a vlivu laserové terapie na celkovou dobu rekonvalescence probandů. V diskuzi jsou porovnány výsledky statistických dat a ověřování hypotéz observační studie s výstupy tuzemských a zahraničních studií zahrnutých do literární rešerše při analýze současného stavu. Sběr dat probíhá v prostředí ambulantního rehabilitačního zařízení, kam pacienti docházejí na jednotlivé terapie a léčebného plánu stanovených lékařem po vstupním vyšetření.

Na základě poznatků z ověření hypotéz, observačního pozorování klinického efektu a zkušeností autorů klinických studií zabývajících se vysokovýkonnou laserovou terapií, je dalším cílem návrh metodického postupu léčebně rehabilitační péče v ambulantním prostředí za účelem dosažení účinnějšího analgetického efektu a ústupu potíží způsobené danou diagnózou.

#### **Hypotézy:**

H1<sub>0</sub>: Analgetický efekt HPLT nemá statisticky významný vliv na tišení bolesti vertebrogenních obtíží.

H1<sub>A</sub>: Analgetický efekt HPLT statisticky významně snižuje bolest u pacientů s vertebrogenními obtížemi.

H2<sub>0</sub>: Největší účinnosti analgetického efektu je dosahováno při délce premedikace HPLT > 14 dní.

H2<sub>A</sub>: Zkrácená doba mezi jednotlivými aplikacemi zvyšuje analgetický efekt HPLT, při stejném počtu aplikací. Efekt HPLT je účinnější při délce léčby < 14 dní.

H3<sub>0</sub>: Premedikace pomocí HPLT nemá vliv na potřebnou délku následné manuální terapie.

H3<sub>A</sub>: Premedikace HPLT statisticky významně zkracuje délku potřebné manuální terapie.

H4<sub>0</sub>: Premedikace pomocí HPLT nemá vliv na účinnost komplexní terapie u pacientů s vertebrogenními obtížemi.

H4<sub>A</sub>: Premedikace pomocí HPLT významně zvyšuje efektivnost komplexní terapie u pacientů s vertebrogenními obtížemi.

H5<sub>0</sub>: Premedikace pomocí HPLT nemá vliv na celkovou délku komplexní terapie.

H5<sub>A</sub>: Premedikace pomocí HPLT významně snižuje délku komplexní terapie.



## 4 Metody

Sběr dat observační studie o probandech byl proveden za účelem získání hodnot pro potřeby ověření hypotéz a splnění cílů plynoucích ze zadání diplomové práce. Poučení pacientů o průběhu studie proběhlo v potřebném rozsahu pro dostatečnou informovanost nutnou pro spolupráci při průběhu shromažďování informací během celé délky komplexní terapie. Pacienti stvrdili poučení a svolení o zařazení do studie podpisem informovaného souhlasu. Před zahájením sběru dat byl vypracován protokol o metodice průběhu observačního pozorování a způsobu záznamu dat.

Vzhledem k žádosti autora o schválení metodiky etickou komisí zdravotnického zařízení za účelem možnosti zahraniční publikace výsledku studie, která nebyla v době žádosti ustanovena, byla oslovena předsedkyně Etické komise FBMI ČVUT. Etická komise fakulty biomedicínského inženýrství není oprávněna schválit studii, kde subjekty zkoumání nejsou výhradně studenti či zaměstnanci fakulty. Proto byla založena a na zasedání valné hromady ustanovena Etická komise fakultní Rehabilitační kliniky Therap Tilia. Informace o vzniku Etické komise byly odeslány dle pokynů na Státní úřad pro kontrolu léčiv (SÚKL) se žádostí o uznání a nabytí právní moci. Po uplynutí 60 dnů ode dne odeslání nebyla obdržena žádná odpověď ze strany SÚKL. Z výše uvedených důvodů byl protokol studie předložen alespoň přednostovi kliniky, který s průběhem studie souhlasil.

### 4.1 Design studie

Jak lze vyčíst z kapitoly 3, tato práce má za cíl observační studii, která má více zdrojů dat. Získaný soubor retrospektivních dat z oddělení Zelené domky Rehabilitační kliniky Therap Tilia obsahující informace o výsledcích terapie 536 pacientů za období 42 měsíců, je základem pro stanovení hypotéz, které jsou ověřovány statistickým testováním výsledků z prospektivního sběru dat. Ty jsou porovnávány i s klasickou konzervativní léčbou bez použití fyzikálních léčebných metod, což je základem pro porovnání vlivu laserové terapie na celkovou léčbu v rámci komplexní rehabilitační péče. Pro optimalizaci metodiky léčebného postupu pacientů s vertebrogenním algickým syndromem jsou hlavními sledovanými kritérii délka doby léčebného procesu a efekt terapie, který je kvantifikován subjektivním hodnocením pacientů pomocí vizuální analogové škály.

## 4.2 Analýza retrospektivních dat

V období od 15. 1. 2015 do 9. 7. 2018 proběhl sběr dat o změnách stavu pocíťované bolesti pacienty, kterým byla aplikována vysokovýkonná laserová terapie pro její analgetický účinek v rámci komplexní terapie. HPLT byla aplikována vždy stejnou fyzioterapeutkou na základě stanoveného léčebného plánu lékařem po vstupním kineziologickém vyšetření.

Celkem byla získána data o 536 pacientech s různými etiologiemi poruch pohybového aparátu. V souboru byla zaznamenána data o vývoji bolestivých stavů u 355 žen a 181 mužů. Před statistickým zpracováním dat bylo vyřazeno 70 pacientů, kteří neabsolvovali předepsaný počet 4 aplikací HPLT nebo informace o jejich léčbě byly nekompletní. Dále byl zúžen náš statistický výběr probandů zařazených do studie podle sledované diagnózy. Z celkového počtu 466 nemocných, dokončilo léčbu 313 osob (211 žen a 102 mužů) s vertebrogenními obtížemi. Informace o těchto pacientech byly dále zpracovávány.

### 4.2.1 Metody hodnocení efektu terapie

Při každé návštěvě fyzioterapeutické ambulance byla před aplikací HPLT zaznamenávána změna stavu bolesti pacienta. Ošetřované osoby svůj stav hodnotily subjektivně podle metody Present Pain intensity scale (viz. kapitola 2.3.1 str. 20) na pětistupňové škále.

Tabulka 4.1 Hodnocení efektu terapie se slovním vyjádřením (PPi)

Hodnocení efektu terapie	
známka	slovní hodnocení
1	bez potíží
2	zlepšení
3	částečné zlepšení
4	stejný stav
5	zhoršení

Kromě známky vyjadřující pocíťovanou bolest pohybového aparátu bylo také zapsáno datum aplikace, čímž jsme získali data k vypočtení délky léčebné kúry a doby mezi jednotlivými aplikacemi. Tato skutečnost je základem pro vytvoření hypotézy a potřeby dvou skupin s rozdílnou dobou mezi aplikacemi HPLT v další části studie.

## 4.2.2 Příklad a parametry aplikace

Pacientům byla HPLT aplikována přístrojem Diolase 10 (viz obrázek 4.1) za využití vlnové délky 940 nm v pulzním režimu a výkonu 10 W při frekvenci 10 Hz. Hustota energie, která je pro efekt HPLT stěžejní, při tomto nastavení dosahuje 150 J/cm<sup>2</sup>. Doba aplikace byla individuálně upravována dle velikosti ozařované plochy.



Obrázek 4.1 - Přístroj Diolase 10 [40]

## 4.2.3 Metodologie statistického vyhodnocení dat

Získaná data byla zpracována pomocí programu Microsoft Excel. Vyhodnocována byla v několika krocích. Nejprve byly pomocí deskriptivní statistiky popsány základní rysy, které jsou pro tento reprezentativní výběr charakteristické. Tyto hodnoty byly získány vypočtením minimálních a maximálních hodnot, aritmetického průměru a s ním spojené směrodatné odchylky.

Data byla pro větší možnost porovnávání rozdělena několika způsoby. Základní rozdělení bylo provedeno dle pohlaví na dvě skupiny. Dále byli pacienti rozřazeni podle věku do tří skupin a všechny skupiny byly následně mezi sebou porovnávány. Cílem tohoto rozdělení a vzájemného porovnávání byla identifikace faktorů možného ovlivnění efektu terapie. Poznatky ze statistického vyhodnocení vlivu faktorů na efekt terapie mohly být zohledněny při porovnávání výsledků v pozdějších fázích práce, diskuzi či při stanovování kritérií výběru pacientů zahrnutých do zpracovávání prospektivně sbíraných dat.

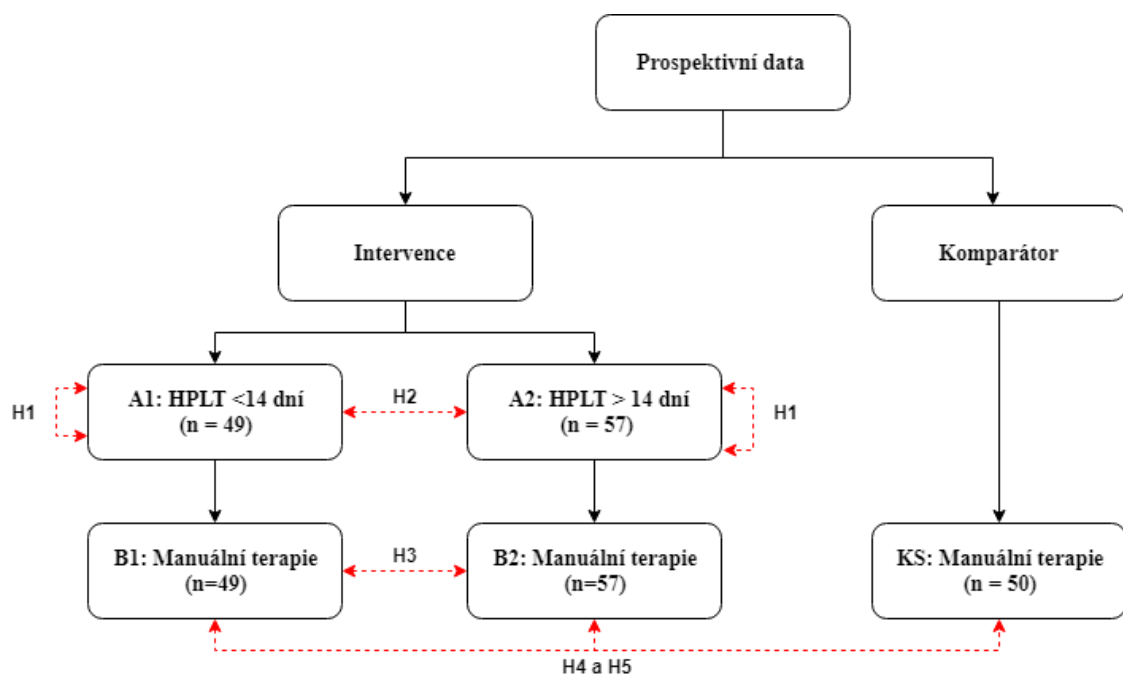
U všech typů rozdělení byla mimo jiné sledována průměrná doba mezi jednotlivými aplikacemi a průměrná doba celkové léčby. Sledování efektu terapie v závislosti na průměrné době mezi aplikacemi a průměrné délce terapie dalo základ pro formulaci

hypotézy. Ta má za cíl ověřit názory odborníků v dostupné tuzemské literatuře v porovnání s klinickými výsledky dnešní praxe. Její zodpovězení je nezbytné pro stanovení optimálního metodického postupu a v něm využívané laserové terapie při léčbě bolestivých stavů pohybového aparátu.

### 4.3 Design prospektivní studie

Grafické vyjádření plánu studie je vyobrazeno na obrázku 4.2, kde je zobrazen průběh vlastní studie včetně návaznosti jednotlivých složek na sebe. V diagramu jsou naznačeny i porovnávané vztahy jednotlivých výběrových souborů za účelem statistického testování hypotéz.

Sběr informací o premedikaci pomocí HPLT probíhal od července 2018 do 15. 3. 2019 a byly zaznamenány data o 126 pacientech. Při následném vyhodnocování bylo 20 probandů ze studie vyřazeno pro neúplnost zaznamenaných informací. Probandi do kontrolní skupiny byli zařazeni na základě splněných kritérií pro výběr a nábor pacientů do této skupiny byl ukončen po naplnění předem stanovené kapacity 50 osob.



Obrázek 4.2 Diagram designu prospektivního sběru dat

### 4.3.1 Kritéria indukce pacientů

#### Kritéria pro zařazení do studie

Kritériem pro zařazení do studie, byly bolestivé podněty pohybového systému, kvůli kterým vyhledali odbornou léčebně rehabilitační péči. Těmto osobám trpící bolestmi zad, kterým byl lékařem při vstupním vyšetření diagnostikován vertebrogenní algický syndrom (VAS), byl vysvětlen účel a průběh studie nutný pro podpisem ztvrzený souhlas prostřednictvím informovaného souhlasu. Dalším kritériem se stal věk od 20 do 75 let včetně. Do statistického výběru byli zahrnuti všichni pacienti souhlasící se zařazením do studie dle výše uvedených kritérií bez ohledu na pohlaví. Probandi absolvovali terapii pomocí HPLT podle předepsaného léčebného plánu lékařem. Pro udržení reprezentativnosti nesměli být zařazení do výběru zdraví jedinci bez diagnostikovaného VAS.

#### Kritéria pro vyřazení ze studie

Pacienti nesměli v průběhu léčebné kúry laserové terapie podstupovat jiný typ rehabilitační péče, s ohledem rizika na ovlivnění výsledků studie. Byli na začátku terapie instruováni, aby po dobu léčby pomocí HPLT neužívali farmaka, která by mohla ovlivnit subjektivní hodnocení analgetického účinku laserové terapie. Do studie nebyli zařazeni probandi po operačním zásahu v oblasti axiálního systému.

### 4.3.2 Přístroj a parametry aplikace

Aplikace vysokovýkonné laserové terapie byla provedena přístrojem MLS® (Multiwave Locked System) od firmy ASA Laser (obrázek 4.3). Výhodou tohoto přístroje je, že využívá dvou druhů zdroje emitovaného záření pro dosažení většího efektu léčby. Jeden z paprsků má vlnovou délku 808 nm a probíhá v kontinuálním režimu charakteristickým pro LLLT, druhý paprsek o vlnové délce 905 nm emituje na bázi HPLT v pulzním režimu. Tím dochází ke kumulačnímu efektu terapie při zachování bezpečnosti aplikované energie do tkání.

Probandi ve skupině A1 podstoupili čtyři aplikace HPLT s těmito parametry: výkon 10 W, frekvence 10 Hz, hustota energie 150 J/cm<sup>2</sup>, a to v době kratší než dva po sobě jdoucí týdny. Skupině A2 byla aplikována HPLT se stejnými parametry, a to 4 aplikace přibližně s týdenními intervaly.

Probandům ve skupině KS nebyla aplikována HPLT, protože tato skupina byla kontrolní a pacienti v ní podstupovali pouze manuální terapii bez fyzikálních léčebných metod s analgetickým či myorelaxačním účinkem.

V rámci BOZP byl přístroj zabezpečen přístupovým kódem a byl umístěn v samostatné místnosti, kde se vyjma pacienta a zdravotnického pracovníka nevyskytovala žádná další osoba. Oba dva využívali ochranných brýlí snižující riziko poranění zraku.



Obrázek 4.3 - MLS® ASA vysokovýkonný laser [Zdroj: autor]

### 4.3.3 Metody hodnocení efektu terapie

Metodou pro posuzování analgetického efektu byla zvolena vizuální analogová škála (0-10), která byla dle systematické rešerše vyhodnocena za jednu z nejpoužívanějších metod pro hodnocení bolesti v mezinárodních studiích. Sběr dat probíhal paralelně ve všech randomizovaných skupinách.

U skupin pacientů s HPLT, byla změna stavu bolesti zaznamenávána při každé aplikaci laseru. Další dva údaje intenzity bolesti proběhly před začátkem manuální terapie a po jejím absolvování.

V kontrolní skupině byla také využívána vizuální analogová škála (0-10), ale pro potřeby porovnávání byla postačující zjednodušená varianta sběru dat, kdy jejich stav byl zaznamenáván jen na začátku a na konci léčebné kúry.

#### 4.3.4 Kontrolní skupina

Kontrolní skupinu (KS), tvořili probandi s vertebrogenním algickým syndromem, kteří neabsolvovali premedikaci pomocí HPLT. Pacienti tedy docházeli do ambulantního zařízení dle standardních pravidel a zvyklostí poskytované péče včetně zohlednění jejich osobních časových možností a vytíženosti ambulantního provozu pobočky. Počet návštěv byl určen v léčebném plánu lékařem na základě závažnosti obtíží na šest až osm. Individuální terapie se skládala z kombinace manuálních technik využívajících se k symptomatické léčbě VAS s blíže nespecifikovanou etiologií. Jako léčebné metody kontrolní skupiny byly využívány tyto výkony rehabilitační péče:

- 21225 – léčebná tělesná výchova individuální – kondiční a analytické metody;
- 21413 – techniky měkkých tkání;
- 21415 – mobilizace páteře a periferních kloubů;
- 21713 – masáž reflexní a vazivová [37].

Především měkké techniky a LTV jsou častou volbou lékařů pro jejich oblíbenost u pacientů a nízké riziko zhoršení stavu.

Obtížnost diagnostiky etiologie bolestivých stavů způsobených nespecifickým vertebrogenním algickým syndromem je často v dlouhodobém narušení pohybových stereotypů. Oslabení určitých svalových skupin se vlivem stereotypního pohybového charakteru denních aktivit musí řešit dlouhodobou korekcí a odstraňováním chybných návyků. [1]

#### 4.3.5 Metodologie statistického vyhodnocení dat

Stejně jako u retrospektivních dat byl za účelem vyhodnocení souboru dat využit program Microsoft Excel. Proces výpočtu základních hodnot popisné statistiky proběhl shodně s kapitolou 4.2.1.

Vytvořením dvou relevantních skupin pacientů, kterým byla aplikována HPLT a vytvořením kontrolní skupiny mohly být využity i statistické testy k porovnávání efektu terapie a ověřování hypotéz. Hladina významnosti byla stanovena na 5 %. Pro ověření rozložení dat byl využit F-test zkoumající shodnost odhadovaných rozptylů hodnot testovaných výběrů. Hypotézy byly ověřovány pomocí statistických dvouvýběrových testů na základě určení jejich rozložení. Po prvotním ověření jednotlivých rozložení dat mezi testovanými výběry byly zvoleny neparametrické dvouvýběrové t-testy s rovností či nerovností rozptylů. Jen v případě ověřování existence statisticky významného analgetického efektu laserové terapie na začátku a konci premedikace pomocí HPLT byl využit dvouvýběrový parametrický t-test o střední hodnotě.

### **Test o shodnosti rozptylů dvou nezávislých výběrů (F-test)**

Základním předpokladem pro využití testové statistiky je znalost rozložení dat výběrového souboru. F-test má za cíl srovnání dvou rozptylů pro určení, zda soubory dat pochází z rozdělení o přibližně shodném rozptylu náhodných veličin. Ověření homogenity rozptylů je stěžejní pro správný výběr testové statistiky k testování hypotéz [38].

### **Parametrický a neparametrický dvouvýběrový t-test**

Z informací výběrových souborů neznáme hodnotu rozptylu náhodné veličiny, můžeme ji odhadnout na základě váženého průměru odhadů rozptylu právě z umocněných výběrových směrodatných odchylek. Pro použití dvouvýběrového t-testu jsou dva základní předpoklady, a to normalita pozorovaných hodnot a shodnost rozptylů náhodných veličin. Homogenitu rozptylů ve srovnávaných souborech lze shodně jako normalitu testovat statistickým testem či pomocí grafického ověření např. histogramem [38]. Pro potřeby naší studie byl použit již zmíněný F-test.

Za předpokladu, že podle výsledku F-testu není splněn předpoklad homogenity rozptylů, je třeba k testování hypotéz využít dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů. Neparametrický dvouvýběrový t-test není zaměřen na střední hodnoty, ale místo toho se předpokládá podobné rozdělení pravděpodobnosti náhodných veličin v testovaných souborech. Nulová hypotéza tedy ověřuje přijatelnou shodnost distribučních funkcí na stanovené hladině významnosti [38].



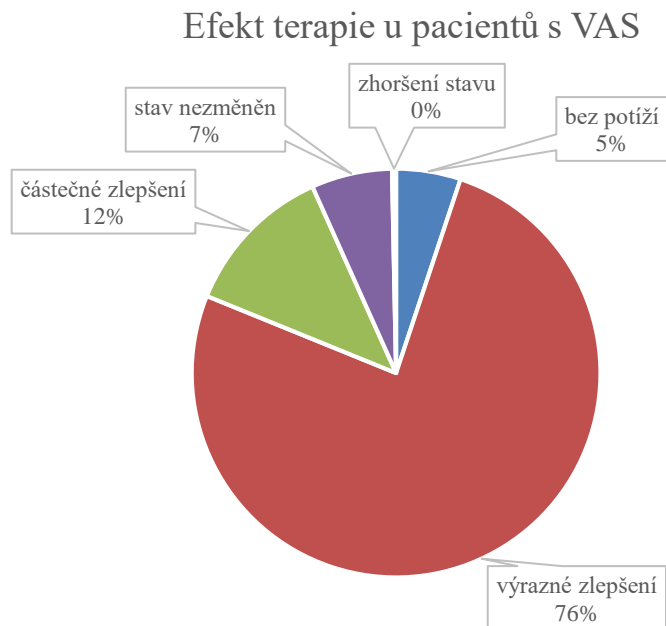
## 5 Výsledky

### 5.1 Retrospektivní data

V souboru retrospektivních dat byly získány informace o léčbě 536 pacientů. Zpracovány byly informace o 466 z nich a ostatní byli z důvodu neúplnosti dat vyřazeni. V tabulce 5.1 je v popisné statistice vyčísleno genderové rozložení pacientů ve zkoumaném souboru i jejich průměrný věk a průměrná hodnota zlepšení stavu subjektivně pociťované bolesti na pěti stupňové škále Present Pain intensity scale (PPi). Čím nižší je průměrná konečná známka PPi, tím lepší je stav pacientů.

Tabulka 5.1 Popisná statistika retrospektivního souboru dat

probandi	n	$\bar{x}$ věk $\pm$ s	$\bar{x}$ PPi $\pm$ s
všechny diagnózy	466	57,87 $\pm$ 16,08	2,27 $\pm$ 0,67
dorzoalgie	313	58,09 $\pm$ 16,27	2,21 $\pm$ 0,64
ženy	211	58,40 $\pm$ 16,42	2,20 $\pm$ 0,65
muži	102	57,45 $\pm$ 15,93	2,23 $\pm$ 0,64



Obrázek 5.1 Výšečový graf – efekt terapie u pacientů s VAS

K výraznému zlepšení stavu došlo po absolvování terapie včetně čtyř aplikací HPLT u 76 % nemocných a dalších 5 % z celkového počtu 313 pacientů již dále

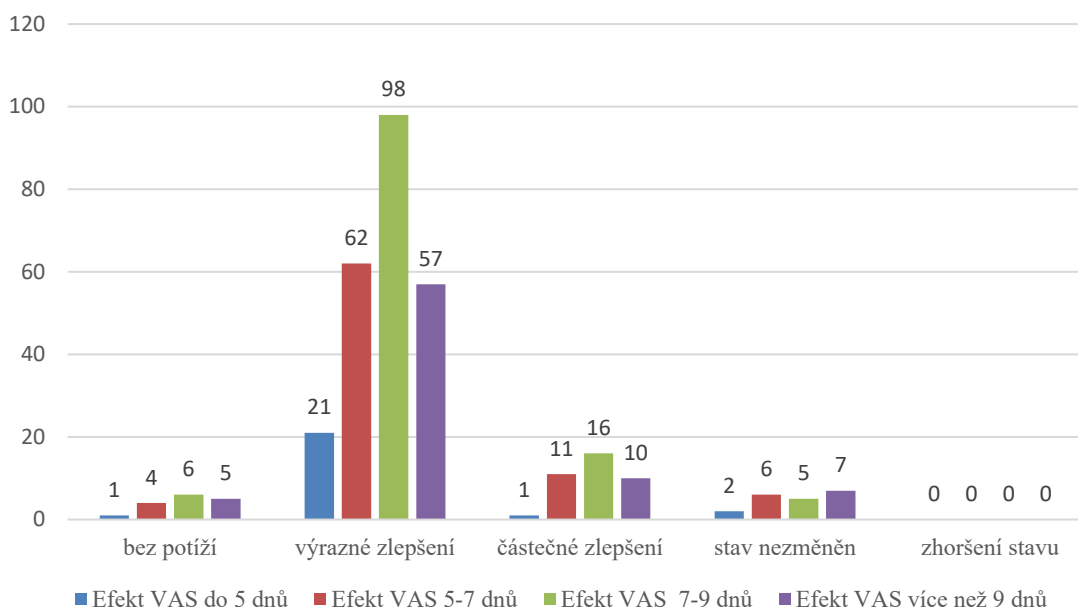
nepocit'ovalo žádné bolesti v oblasti zad. Pouze částečné zlepšení zaznamenalo 12 % pacientů a žádného efektu léčby nebylo docíleno u 20 pacientů, kteří z celkového počtu tvoří necelých 7 %. Ke zlepšení zdravotního stavu osob s dorzoalgiemi a subjektivnímu snížení bolestivosti jejich vertebrogenních obtíží došlo u 93 % osob zahrnutých do statistického hodnocení. Z informací shromážděných v tomto souboru dat nelze určit, jak velký vliv na výsledku má samotná HPLT a zda vůbec je její vliv statisticky významný. Tato skutečnost byla základem pro hypotézu H1, která je předmětem ověřování z prospektivně sbíraného souboru dat v kapitole 5.2.

**Tabulka 5.2 Hodnocení efektu HPLT v závislosti na intervalech mezi aplikacemi**

intervaly aplikací	n	$\bar{x}$ PPI $\pm$ s	$\bar{x}$ věk $\pm$ s	$\bar{x}$ délka léčby	$\bar{x}$ interval apl. $\pm$ s
do 5 dnů	26	2,27 $\pm$ 0,81	57,08 $\pm$ 13,89	12,96 $\pm$ 1,80	4,31 $\pm$ 0,59
5-7 dnů	83	2,23 $\pm$ 0,65	61,18 $\pm$ 16,20	18,47 $\pm$ 1,38	6,18 $\pm$ 0,42
7-9 dnů	125	2,16 $\pm$ 0,56	59,50 $\pm$ 16,17	23,14 $\pm$ 2,81	7,77 $\pm$ 2,70
více než 9 dnů	79	2,24 $\pm$ 0,70	53,76 $\pm$ 16,50	35,11 $\pm$ 8,90	11,89 $\pm$ 2,73

Důležitou otázkou pro splnění cílů této práce je zjištění, zda na účinnost laserové terapie má vliv doba mezi aplikacemi, a tedy i celková doba, po kterou pacienti na HPLT do zdravotnického zařízení dochází. Ze získaného souboru dat vyhodnocovaného retrospektivně nelze tuto otázku zodpovědět. Jak je vidět v tabulce 5.2 skupiny pacientů rozdělené dle intervalů mezi aplikacemi jsou značně odlišné počtem pacientů do nich zahrnutých. Avšak i přes snadno zpochybnitelné nesourodé rozdělení porovnávaných skupin je na sloupcovém grafu (viz obrázek 5.2) naznačeno, že četnosti efektů v jednotlivých skupinách se liší. Toto zjištění bylo základem pro hypotézu H2, pro kterou byli při sběru dat rozděleni pacienti do skupin A1 a A2, aby mohla být porovnána hodnota efektu u skupin s rozdílnou délkou léčby pomocí HPLT.

### Četnosti hodnocení efektu HPLT v závislosti na intervalech mezi aplikacemi



Obrázek 5.2 Sloupcový graf – četnosti efektu podle intervalů mezi aplikacemi

Četnosti efektů mohou ve sloupcovém grafu naznačují rozdíly jednotlivých skupin, ale při pohledu na průměrné hodnoty PPI zjistíme, že jsou podobné. Bez dalšího zkoumání tohoto vlivu nelze udělat závěr, který by měl dostatečnou interpretační sílu. Proto byla délka intervalů mezi aplikacemi a celková doba léčebného procesu pacientů stejním parametrem vyhodnovování prospektivních dat viz kapitola 5.2.

## 5.2 Prospektivní data

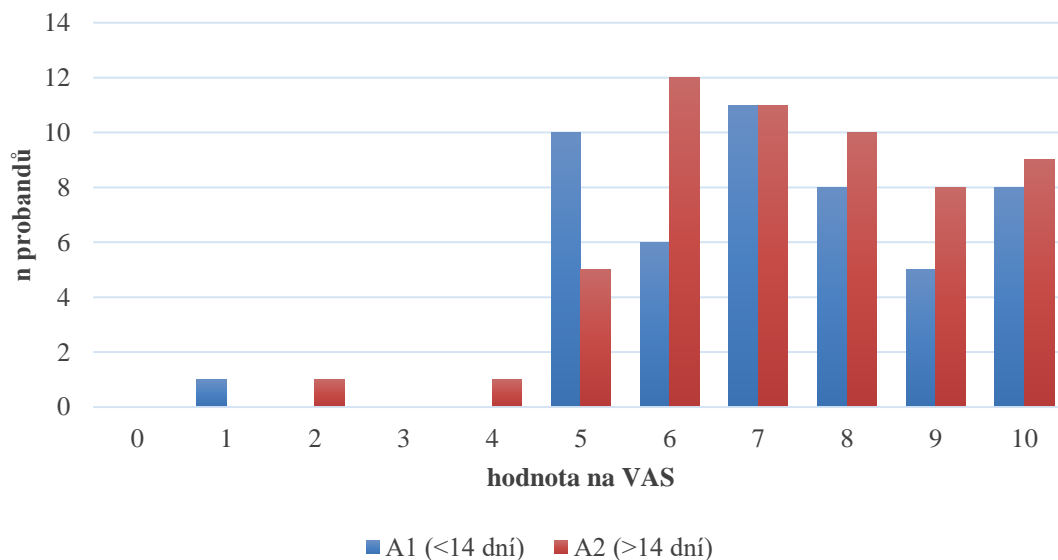
Pro účely statistického testování k ověření položených hypotéz byla využita data z prospektivního sběru dat. Vyhodnoceny byly zaznamenané informace o pacientech v konečném počtu 156 probandů. Stejně jako u retrospektivních dat je genderový poměr nevyvážený ve prospěch žen, kterých jsou dvě třetiny z celkového počtu osob ve statistických výběrech. V tabulce 5.3 jsou uvedeny počty probandů včetně jednotlivých četností dle pohlaví. V posledním sloupci je uveden i průměrný věk a směrodatná odchylka v jednotlivých výběrech. Protože se jedná o observační studii, nebyla před jejím zahájením stanovena metoda randomizace pacientů do skupin. Rozdělování mezi intervenčních skupin proběhlo až při statistickém zpracování dat, a i z tohoto důvodu jsou jejich četnosti rozdílné.

**Tabulka 5.3 Deskriptivní statistika – počty probandů v jednotlivých skupinách**

skupina	n	žen	mužů	$\bar{x}$ věk $\pm$ s
<14 dní (A1, B1)	49	30	19	49,12 $\pm$ 14,85
>14 dní (A2, B2)	57	43	14	50,09 $\pm$ 14,28
Kontrolní skupina (KS)	50	33	17	52,02 $\pm$ 12,55
Celkem	156	106	50	50,82 $\pm$ 13,89

Pacienti ve skupinách A1 a A2 podstoupili na rozdíl od kontrolní skupiny (KS) premedikaci pomocí HPLT. Premedikace čítala 4 aplikace a výše bolesti byla zaznamenávána pomocí vizuální analogové stupnice (VAS) při každé návštěvě. Z grafu na obrázku 5.3 můžeme vidět, že probandi v obou skupinách před začátkem léčebné premedikace známkovali pocíťovanou bolest vyššími hodnotami. Grafické zobrazení četností známek se může zdát, že pacienti ve skupině A2 trpěli větší bolestí než pacienti ve skupině A1, ale ve skupině A2 je o 8 sledovaných osob více, čímž dochází k optickému zkreslení proporcionálnímu rozdělení četností.

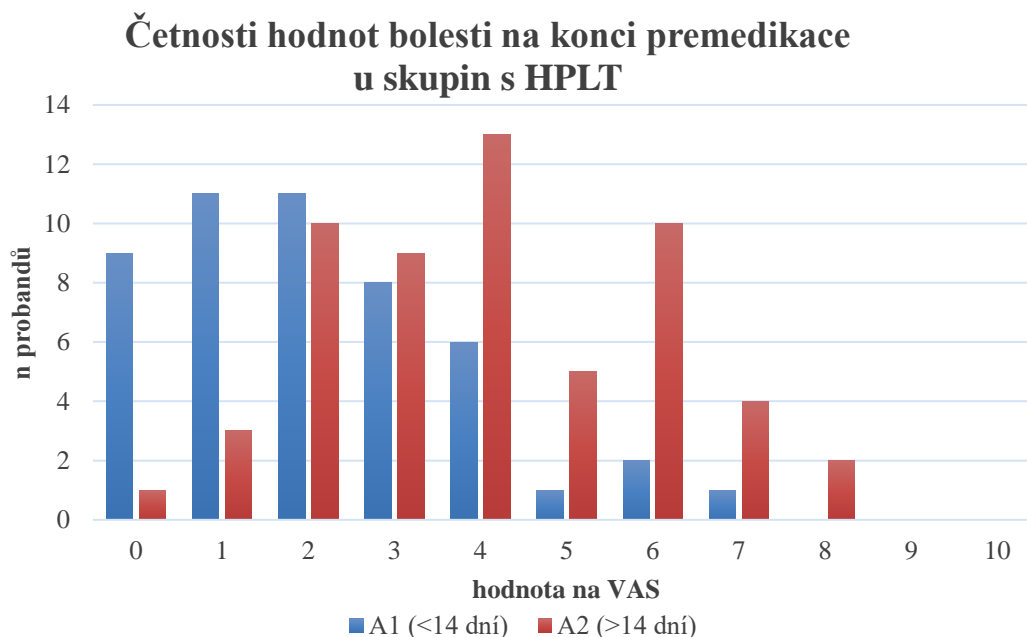
**Četnosti hodnot bolesti na začátku premedikace u skupin s HPLT**



**Obrázek 5.3 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS před první aplikací HPLT**

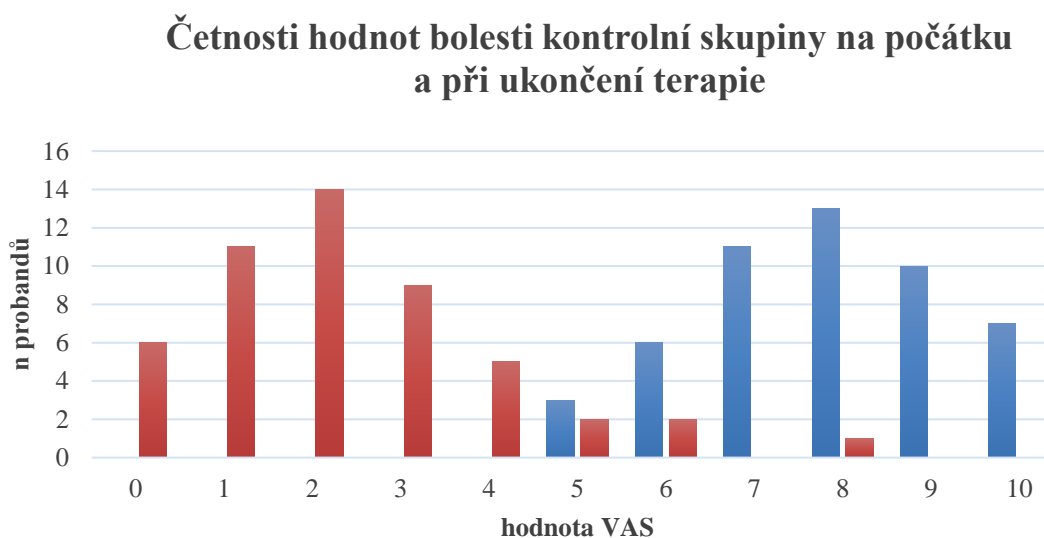
Jedním z hlavních cílů je ověřit analgetický účinek vysokovýkonné laserové terapie u pacientů s vertebrogenním algickým syndromem. Pro jeho vyhodnocení byla stanovena hypotéza, která je testována v kapitole 5.2.1, ale už při srovnání grafů na obrázku 5.3

a obrázku 5.4 lze na první pohled zaznamenat velké zlepšení po absolvování premedikace pomocí HPLT.



Obrázek 5.5 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS na konci premedikace HPLT

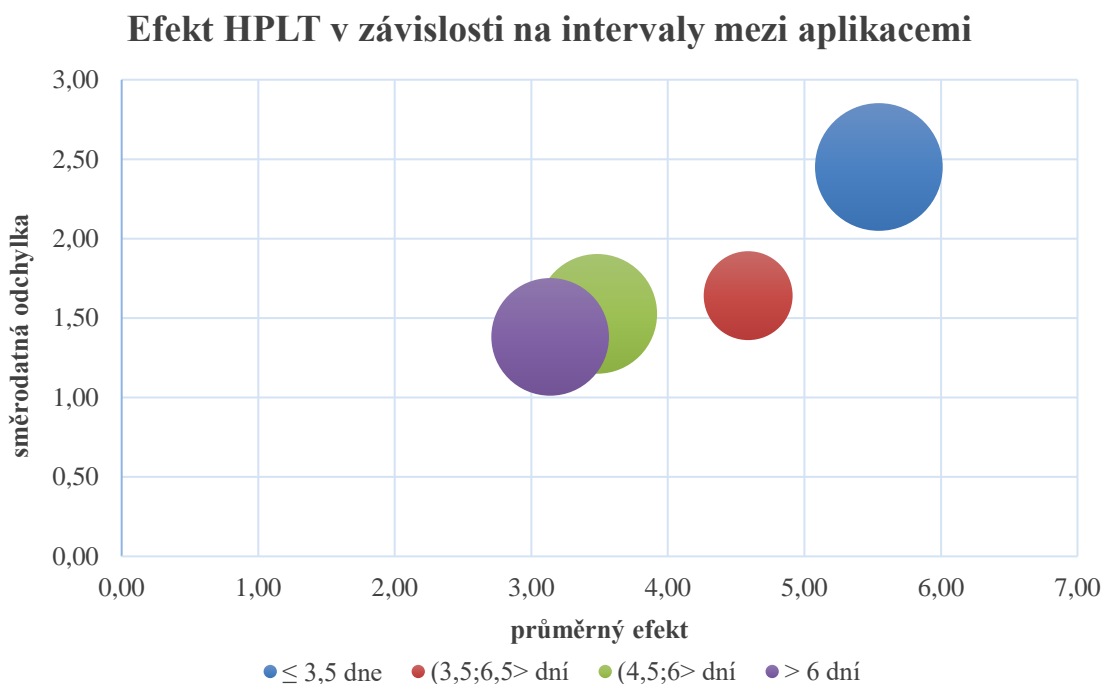
Zlepšení stavu pacientů a jejich pociťované bolesti je markantní. Výborný výsledek vykazuje hlavně skupina A1, ve které byla HPLT aplikována s kratšími intervaly. Ve skupině A1 bylo z celkového počtu 49 probandů během 4 aplikací HPLT docíleno úplného vymizení bolesti u 9 z nich. Takové úspěšnosti vyléčených pacientů nedosáhla kontrolní skupina po ukončení manuálních terapií, i když pacienti museli absolvovat dvakrát více návštěv rehabilitační péče. Na grafu porovnávající bolest na počátku a při ukončení léčby u pacientů v kontrolní skupině můžeme vidět, že velká část pacientů



Obrázek 5.4 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS u kontrolní skupiny

při poslední návštěvě ještě cítila mírné obtíže a bolesti i po absolvování předepsaného počtu manuálních terapií.

Lepší výsledky intervence u pacientů s kratšími intervaly mezi aplikacemi HPLT ukazuje i obrázek 5.6, na kterém je bublinový graf popisující velikost průměrně dosaženého efektu u pacientů rozdělených do skupin podle průměrné doby mezi aplikacemi. Třetí hodnotu, kterou graf zobrazuje velikostí jednotlivých bublin, je počet pacientů ve skupinách. Nejpočetnější skupina 33 probandů, kteří měli průměrnou dobu mezi aplikacemi menší než 3,5 dne, vykazovala v průměru největší snížení bolesti u pozorovaných osob s vertebrogenními obtížemi.

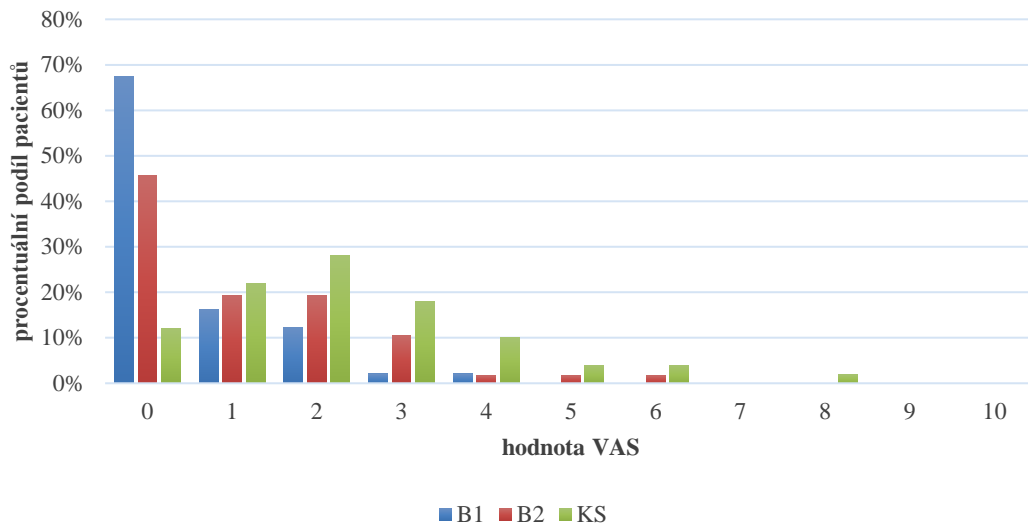


Obrázek 5.6 Bublinový graf – efekt HPLT v závislosti na intervalech mezi aplikacemi

Ačkoli se bude vztah efektu a délky intervalů mezi aplikacemi statisticky testovat v kapitole 5.2.1, tak již z grafického vyjádření lze vidět téměř linearitu vztahu těchto parametrů.

V návaznosti na účinnost HPLT ve vztahu k délce premedikace se nabízí otázka týkající se efektivnosti komplexní terapie, tedy celkového efektu. Procentuální vyjádření pocíťované bolesti pacienty při ukončení komplexní terapie podle stupnice VAS ve výběrech s premedikací i u kontrolní skupiny je graficky znázorněno sloupcovým grafem (viz obrázek 5.7).

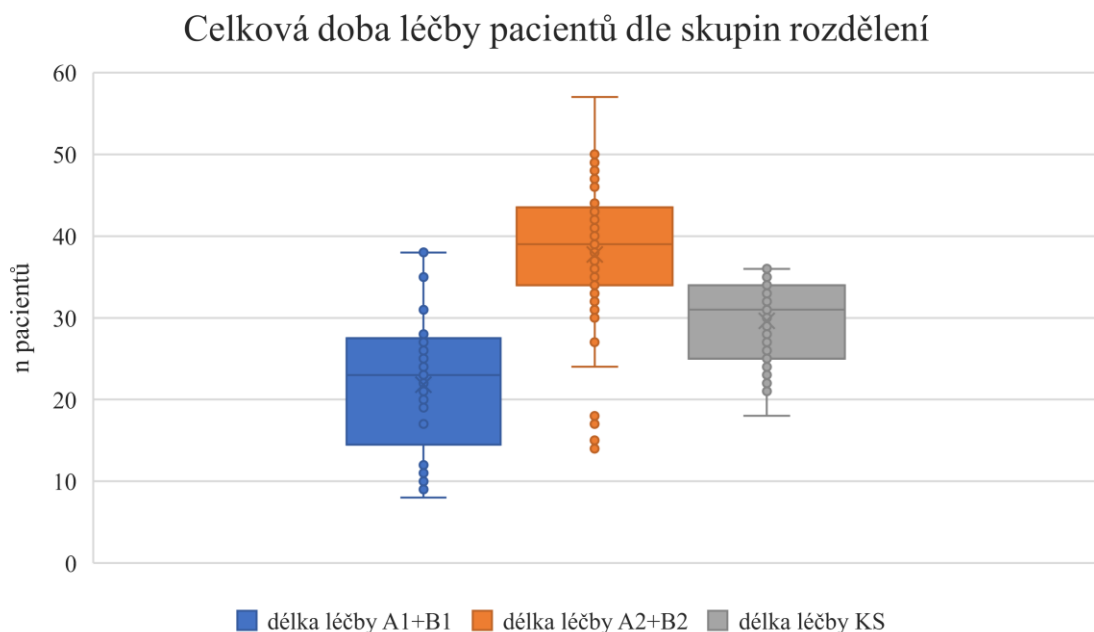
## Efekt komplexní terapie podle skupin probandů



**Obrázek 5.7** Sloupcový graf – procentuální podíl pacientů podle hodnot bolesti při ukončení komplexní terapie

Pokud bychom hodnotili pacienty pocíťovanou bolest stupně 2 a menší za minimální bolestivost, jako úspěšný výsledek celkové léčby, tak nejvyšší úspěšnost má první skupina, která absolvovala premedikaci HPLT za kratší dobu. Ta dosáhla 96 % úspěšnosti v tšení bolesti způsobené vertebrogenními obtížemi a dvě třetiny pacientů při ukončení komplexní terapie nepocíťovali dokonce žádnou bolest. Skupina s premedikací v delším časovém horizontu vykazala výsledek 84 % a u kontrolní skupiny, ve které byli pacienti léčeni pouze manuální terapií, se podařilo minimalizovat bolest u 62 % pacientů zahrnutých do studie.

Posledním sledovaným faktorem byla celková doba léčby pacientů. Ta je jedním z důležitých faktorů, protože pacienti mají zájem na tom, aby se co nejdříve bolesti zbavili a mohli se vrátit do normálního života bez omezení. Zároveň i zdravotnická zařízení při neúměrně velkém počtu pacientů vůči svým kapacitám potřebují, aby léčba proběhla v co nejkratší době s co možná nejlepším efektem. Pro optimalizaci léčebného procesu je tedy doba léčby s efektem nejdůležitějším parametrem. Srovnání délek doby komplexní terapie všech tří skupin prospektivní studie je na obrázku 5.8.



**Obrázek 5.8** Krabicový graf – délka komplexní terapie u skupin prospektivní studie

Pro deskriptivní vizualizaci hodnot délky celkové léčby u pacientů rozdělených podle skupin jsou vyobrazeny v krabicovém grafu. Jeho hranice jsou dány rozmanitostí dat. Střední části boxů tvoří horní a dolní kvartily, které jsou vždy rozděleny linií mediánu těchto hodnot. Křížek vyjadřuje pozici střední hodnoty v každé ze skupiny pacientů. Kolmo vycházející vertikální vousy vyobrazují variabilitu hodnot v daném výběrovém souboru. Odlehlé body se objevily jen u skupiny popisující délku léčby intervenční skupiny s delší dobou premedikace.

Z výše uvedeného krabicového grafu můžeme vyčíst, že nejnižší průměrná doba celkové léčby u pacientů byla u první skupiny s premedikací v intervalu menším 14dní. Průměrná doba celkové terapie včetně premedikace u této skupiny činila 22,2 dní. Během nich pacienti navštívili ambulantní rehabilitační zařízení 4krát kvůli premedikaci HPLT a podle potřeby 4 až 6krát na manuální terapii. Výjimkou byli pacienti, kteří nepociťovali žádnou bolest již po premedikaci, ti již neměli potřebu docházet na další léčebné procedury, k individuální manuální terapii většina z nich nenastoupila.

Nejvýznamnější rozptyl výsledků celkové délky léčby pacientů byl u druhé výběrové skupiny s intervencí HPLT. Zde se ukázala značná různorodost délky komplexní terapie závisící na počtu nutných návštěv. U odlehlých bodů viz obrázek 5.8 byla délka ovlivněna také vymizením obtíží již po premedikaci. Průměrná délka komplexní terapie u této skupiny byla přes 37 dní. Nejdéle byla léčena pacientka, které se kvůli častým omlouvám hned na počátku léčby prodloužila doba premedikace 4 aplikací HPLT na 38 dní a celková doba léčby až na 57 dní. Odlehlé body tvoří 4 probandi, kteří po absolvování premedikace již neměli potřebu nastoupit na manuální terapii nebo absolvovali pouze instruktáž



k autoterapii, a proto jsou hodnoty délky jejich léčby výrazně nižší než u ostatních v této skupině.

Největší konzistenci výsledků vykazala kontrolní skupina, ve které pacienti podstupovali vždy 6 nebo 8 manuálních terapií. Vzhledem k počtu návštěv zdravotnického zařízení se dalo očekávat, že průměrná doba léčby dosahuje jednoho měsíce. Nutno dodat, že u pacienta s nejkratší délkou terapie, který absolvoval 6 manuálních terapií během 18dní došlo pouze k 63% ústupu bolesti.

### 5.2.1 Statistické testování hypotéz

K ověření hypotézy o analgetickém účinku HPLT bylo potřeba statisticky vyhodnotit významnost změn mezi hodnotami subjektivních hodnocení pacientů obou skupin vystavených intervencí. K tomuto účelu byl zvolen dvouvýběrový párový t-test o střední hodnotě, kterým byl vyhodnocován rozdíl hodnot pocíťované bolesti před podstoupením první aplikace HPLT a následně po dokončení premedikace čtyř aplikací touto intervencí.

**Tabulka 5.4** Výsledky dvouvýběrového parametrického testu o střední hodnotě

	A1 (<14 dní)		A2 (>14 dní)	
	<i>Před HPLT</i>	<i>Po HPLT</i>	<i>Před HPLT</i>	<i>Po HPLT</i>
Stř. hodnota	7,20	2,14	7,40	4,05
Rozptyl	3,75	3,00	3,21	3,66
Pozorování	49	49	57	57
Pears. korelace	0,51		0,70	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0		0	
t Stat	19,36		17,66	
p-value	<0,00001		<0,00001	
t krit	2,01		2,00	

V tabulce 5.4 Dvouvýběrový parametrický test o střední hodnotě, je v prvních dvou sloupcích porovnávána změna stavu pocíťované bolesti v rámci skupiny pacientů, kteří absolvovali premedikaci čtyř aplikací laserové terapie během zkrácené doby 14 dní. V dalších dvou sloupcích jsou výsledky testové statistiky z druhé skupiny pacientů, kteří absolvovali tu samou léčbu, ale s delšími intervaly mezi jednotlivými aplikacemi. Doba, ve které podstoupili premedikaci HPLT přesáhla 14 dní. Z výsledků můžeme vidět, že hodnota testové statistiky je mnohonásobně vyšší než kritická hodnota. Na hladině významnosti 5 % proto zamítáme nulovou hypotézu. Mezi hodnotami pocíťované bolesti před a po absolvování léčebné intervence pomocí HPLT je statisticky významný rozdíl, a tedy i analgetický efekt vysokovýkonné laserové terapie.

Z hodnot v tabulce 5.4 si můžeme všimnout při pohledu na odhad střední hodnoty rozdílu a na první pohled lepších hodnot ve skupině A1, která premedikaci absolvovala v kratší době. Pro ověření, zda je tento rozdíl statisticky významný, byl zvolen neparametrický dvouvýběrový t-test. Ještě předtím se však muselo otestovat F-testem pro rozptyl, o jaký dvouvýběrový t-test se bude jednat.

**Tabulka 5.5 F-test pro rozptyl HPLT A1-A2 (analgetický efekt)**

	<i>změna stavu A1</i>	<i>změna stavu A2</i>
Stř. hodnota	5,06	3,35
Rozptyl	3,35	2,05
Pozorování	49	57
F	1,63	
p-value	0,04	
F krit	1,58	

Z výsledků dvouvýběrového F-testu pro rozptyl viz tabulka 5.5 je patrné, že rozptyly těchto souborů dat jsou rozdílné, proto byl zvolen pro hodnocení hypotézy H2 dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů.

**Tabulka 5.6 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů HPLT A1-A2 (analgetický efekt)**

	<i>změna stavu A1</i>	<i>změna stavu A2</i>
Stř. hodnota	5,06	3,35
Rozptyl	3,35	2,05
Pozorování	49	57
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	5,29	
p-hodnota (1)	<0,00001	
t krit (1)	1,66	
p-hodnota (2)	<0,00001	
t krit (2)	1,99	

Výsledky statistického srovnání změn bolesti pocíťované pacienty ve skupinách A1 a A2 jsou vyčísleny v tabulce 5.6. Na 5% hladině významnosti zamítáme nulovou hypotézu, která je založena na tvrzení odborné literatury ohledně doby mezi jednotlivými aplikacemi a celkové délky léčby pomocí HPLT. Na základě shromážděných dat ze sledovaných experimentálních skupin můžeme přijmout alternativní hypotézu, která přijímá statisticky významný rozdíl ve velikosti pacienty pocíťovaného efektu u skupin s odlišnou délkou léčebné kúry intervencí. Již při pohledu na odhadované střední hodnoty obou skupin můžeme vidět, že s kratší dobou absolvování premedikace čítající čtyři

aplikace HPLT je hodnota změny stavu bolesti vyšší. To potvrzuje i p-hodnota pro jednostranný test, která je výrazně nižší než hladina významnosti a hodnota testové statistiky opět přesahuje testovou hodnotu.

Statistickým testem byla otestována i jedna z dalších sledovaných hodnot, kterou je v této studii doba léčby pacientů. Vzhledem k přetížení rehabilitačních ambulancí je snaha o optimalizaci procesu léčby pacientů a zkrácení doby včetně počtu jejich návštěv. Zkrácení doby léčby je jedním ze stěžejních kritérií při tvorbě nových doporučených metodických postupů pro léčbu pacientů napříč obory medicíny. K ověření hypotézy, zda premedikace HPLT zkracuje dobu manuálních terapií, byl použit po ověření shodnosti rozptylů dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů viz tabulka 5.7.

**Tabulka 5.7 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – doba léčby MT**

	<i>doba léčby B1</i>	<i>doba léčby B2</i>	<i>doba léčby KS</i>
Stř. hodnota	12,20	18,09	29,64
Rozptyl	53,00	44,94	27,38
Pozorování	49	57	50
F	1,94	1,64	
p-hodnota	0,01156	0,03936	
F krit (1)	1,61	1,59	

Výsledek F-testu u obou experimentálních skupin při srovnání s kontrolní skupinou je totožný a znamená, že odhadované rozptyly náhodných veličin jsou rozdílné.

**Tabulka 5.8 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – doba léčby MT**

	<i>doba léčby B1</i>	<i>doba léčby KS</i>	<i>doba léčby B2</i>	<i>doba léčby KS</i>
Stř. hodnota	12,20	29,64	18,09	29,64
Rozptyl	53,00	27,38	44,94	27,38
Pozorování	49	50	57	50
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0		0	
t Stat	-13,66		-9,99	
p-hodnota	<0,00001		<0,00001	
t krit	1,99		1,98	

Na základě statistického testování při hladině významnosti 5 % můžeme zamítnout nulovou hypotézu, protože mezi průměrnou dobou léčby pacientů v kontrolní skupině, která neabsolvovala premedikaci a skupinou B1 i B2, které intervenci absolvovaly, je statisticky významný rozdíl. Absolutní hodnota testové statistiky je mnohonásobně

vyšší než rozpětí kritických hodnot, čímž je splněna podmínka pro přijetí alternativní hypotézy o rozdílnosti léčebné doby ve prospěch skupin s HPLT.

Již zmíněnými výsledky testů bylo ověřeno, že vysokovýkonná laserová terapie má statisticky prokazatelný statistický efekt. Ten však jistě má i manuální terapie. Než však byly hodnoty náhodných výběrů testovány, bylo třeba zjistit shodnost rozptylů zkoumaných souborů.

**Tabulka 5.9 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (HPLT sk.)**

	<i>celkový efekt HPLT 2</i>	<i>celkový efekt HPLT 1</i>
Stř. hodnota	0,83	0,93
Rozptyl	0,05	0,02
Pozorování	57	49
F	3,11	
p-hodnota	<0,00001	
F krit (1)	1,60	

Z výsledku F-testu v tabulce 5.9 při porovnání rozptylů intervenčních skupin zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní, která říká, že rozptyly těchto výběrů jsou rozdílné. Ke stejnému výsledku dojdeme při testování rozptylu u kontrolní skupiny s první intervenční skupinou (viz tabulka 5.10).

**Tabulka 5.10 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (KS - HPLT1)**

	<i>Celk. efekt KS</i>	<i>celkový efekt HPLT 1</i>
Stř. hodnota	0,70	0,93
Rozptyl	0,05	0,01
Pozorování	50	49
F	3,42	
p-hodnota	<0,00002	
F krit (1)	1,61	

V případě porovnávání rozptylů kontrolní skupiny a druhé intervenční skupiny, ve které pacienti absolvovali premedikaci v delším než 2 týdny trvajícím časovém horizontu, byla pomocí F-testu zjištěna shoda rozptylů. Hodnoty F-testu jsou uvedeny v tabulce 5.11.

**Tabulka 5.11 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (KS - HPLT2)**

	<i>Celk. efekt KS</i>	<i>celkový efekt HPLT 2</i>
Stř. hodnota	0,70	0,83
Rozptyl	0,05	0,05
Pozorování	50	57
F	1,10	
p-hodnota (1)	0,36	
F krit (1)	1,58	

**Tabulka 5.12 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celkový efekt terapie (HPLT sk.)**

	<i>celkový efekt HPLT 2</i>	<i>celkový efekt HPLT 1</i>
Stř. hodnota	0,83	0,93
Rozptyl	0,05	0,02
Pozorování	57	49
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	-2,92	
p-hodnota (1)	0,00224	
t krit (1)	1,66	
p-hodnota (2)	0,00448	
t krit (2)	1,99	

Při porovnání celkového efektu byl ověřen dvouvýběrovým t-testem s nerovností rozptylů statisticky významný rozdíl mezi intervenčními skupinami. Na základě předem stanovené hladiny významnosti je nulová hypotéza zamítnuta. Mezi skupinami s premedikací HPLT je statisticky významný rozdíl v hodnocení následného celkového efektu komplexní terapie.

**Tabulka 5.13 Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů – celkový efekt terapie (KS - HPLT 2)**

	<i>Celk. efekt KS</i>	<i>celkový efekt HPLT 2</i>
Stř. hodnota	0,70	0,83
Rozptyl	0,05	0,05
Pozorování	50	57
Společný rozptyl	0,05	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	-3,08	
p-hodnota (1)	0,00133	
t krit (1)	1,66	
p-hodnota (2)	0,00265	
t krit (2)	1,98	

I v případě porovnání kontrolní skupiny s delší dobou premedikace byl pomocí dvouvýběrového testu s rovností rozptylů ověřen významný rozdíl v úspěšnosti celkové léčby. Na základě výsledků testu uvedených v tabulce 5.13 tedy zamítáme nulovou hypotézu a lze pozorovat vyšší účinnost léčby u intervenční skupiny v porovnání se skupinou kontrolní.

Nejmarkantnější rozdíl byl zaznamenán mezi kontrolní skupinou a první intervenční. Ve skupině s kratší délkou premedikace a nejkratší průměrnou délkou léčby byl při ukončení léčby podíl úspěšně snížené bolesti oproti první návštěvě v průměru 93 %. Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů tento rozdíl samozřejmě ověřil a díky jeho výsledkům na zvolené hladině významnosti byla nulová hypotéza zamítnuta. I při porovnání hodnot jednostranným zaměřeným t-testem se výsledek interpretace nezmění (viz tabulka 5.14).

**Tabulka 5.14 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celkový efekt terapie (KS - HPLT 1)**

	<i>Celk. efekt KS</i>	<i>celkový efekt HPLT 1</i>
Stř. hodnota	0,70	0,93
Rozptyl	0,05	0,01
Pozorování	50	49
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	-6,29	
p-hodnota (1)	<0,00001	
t krit (1)	1,67	
p-hodnota (2)	<0,00001	
t krit (2)	1,99	

U kontrolní skupiny, která absolvovala klasickou manuální terapii bez fyzikálních léčebných metod bylo dosaženo průměrného zlepšení stavu o 70 %. O 13 % lepšího výsledku v průměru dosáhla skupina pacientů, která absolvovala premedikaci v delším časovém období. Skupina s kratší dobou premedikace HPLT dosáhla nejlepších výsledků. V porovnání s kontrolní skupinou dosáhla skupina s premedikací do 14dní v průměru o 23 % lepší hodnoty ve změně pocíťované bolesti pacienty. Tyto rozdíly na základě kritických hodnot v porovnání s hodnotami testové statistiky z tabulky 5.14 při předem stanovené hladině významnosti můžeme považovat za statisticky významné.

**Tabulka 5.15 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – celková doba terapie (HPLT1 – KS)**

	<i>celková doba léčby</i>	<i>doba léčby KS</i>
Stř. hodnota	22,20	29,64
Rozptyl	57,04	27,38
Pozorování	49	50
Rozdíl	48	49
F	2,08	
p-hodnota	0,01	
F krit (1)	1,61	

Poslední stanovená hypotéza se týkala ovlivnění celkové doby terapie pomocí premedikace HPTL. Porovnávána byla první intervenční skupina, u které byl pozorován nejvyšší léčebný efekt. Rozptyly výsledek F-testu stanovil jako rozdílné, proto se statistický rozdíl mezi délkou komplexních terapií u těchto skupin testoval dvouvýběrovým t-testem s nerovností rozptylů (viz tabulka 5.16).

**Tabulka 5.16 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celková doba terapie (HPLT 1 - KS)**

	<i>doba léčby HPLT 1</i>	<i>doba léčby KS</i>
Stř. hodnota	22,20	29,64
Rozptyl	57,04	27,38
Pozorování	49	50
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
t Stat	-5,68	
p-hodnota (2)	<0,00001	
t krit (2)	1,99	

Mezi celkovou délkou léčby při porovnání kontrolní skupiny se skupinou s premedikací do 14 dnů, která dosahovala lepších hodnot léčebného efektu, je pozorován statisticky významný rozdíl. Na základně dvouvýběrového testu s nerovností rozptylů, který byl použit pro srovnání délek léčby, je patrné, že krátkodobá premedikace HPLT před manuální terapii nejen zlepšuje léčebný efekt, ale i zkracuje dobu celkové léčby v porovnání s manuální terapií bez přístrojové pomoci fyzikálními léčebnými metodami.

## 6 Diskuze

V současné době je jedním z globálních problémů moderní společnosti každoroční nárůst pacientů s vertebrogenními obtížemi. Vzhledem k množství pacientů a neustále se prodlužujícím čekacím dobám na odbornou rehabilitační péči je potřebné se zaměřit na optimalizaci léčebného postupu péče o pacienty s dorzoalgiemi. Výsledky této diplomové práce bylo ověřeno, že premedikace pomocí vysokovýkonné laserové terapie významně snižuje bolestivost, zvyšuje účinnost manuální terapie a zkracuje dobu komplexní rehabilitační péče o pacienty s vertebrogenním algickým syndromem. Na základně rozdílů průměrných hodnot doby komplexní terapie ze získaných dat bylo zjištěno, že pokud by padesáti pacientům v kontrolní skupině byla aplikována HPLT v krátkých intervalech, ušetřil by se čas na dalších 16 pacientů. Navíc by se podle statistických výsledků docílilo ještě většího ústupu pocíťované bolesti, a to až o 23 procent.

Premedikace čtyřmi aplikacemi HPLT je důležitou přípravou před manuální terapií. Bolest má sice signální funkci, ale zároveň i ochrannou, čímž omezuje možnosti fyzioterapeuta při různých manuálních technikách, manipulacích či mobilizacích. Tíšení bolesti v akutní fázi fyzikálními léčebnými metodami je optimální způsob využití čekací doby na individuální terapii s fyzioterapeutem. V rámci prospektivního sběru dat byl tento léčebný postup doporučen pacientům rehabilitačním lékařem a ve srovnání s kontrolní skupinou, která absolvovala pouze manuální terapii, byly výsledky skupin s premedikací statisticky významně lepší. Vyšší účinnosti léčby bylo přitom dosaženo za průměrně kratší dobu léčby.

Včasná aplikace vysokovýkonné laserové terapie s analgetickým, myorelaxačním i antiedematózním efektem v akutní fázi vertebrogenních obtíží navíc dosáhla mnohem větší úspěšnosti pro úplné odeznění problémů nejen v porovnání s kontrolní skupinou, ale i oproti retrospektivním datům, kde byla HPLT aplikována současně s manuální terapií. Zatímco u kontrolní skupiny bylo pouze 6 pacientů, kteří v poslední den terapie nepocíťovali již žádnou bolest, tak u skupiny A1 (n=49), bylo již po premedikaci 12 pacientů, kteří z důvodu ústupu bolestivých symptomů na manuální terapii ani nemuseli nastoupit. Po ukončení celé léčebné kúry dokonce jejich počet stoupl na 33, což je velmi znatelný rozdíl oproti kontrolní skupině.

Na základě faktů zjištěných z výsledků observační studie, a především z průběhu vlastního prospektivního sběru dat, kde byla HPLT využita jako monoterapie v rámci premedikace, můžeme jednoznačně doporučit vysokovýkonnou laserovou terapii k tíšení bolesti způsobenou funkčními poruchami měkkých tkání. Léčebný postup bude dle výsledků optimalizován za předpokladu, že pacienti absolvují premedikaci minimálně 4 aplikací HPTL v intervalech nepřesahující rozmezí 3 dní. Pokud pacient absolvuje premedikaci pomocí vysokovýkonné laserové terapie, měl by při následné individuální



terapii s fyzioterapeutem být již bez akutní bolesti a připraven podstoupit další manuální techniky či nácvik autoterapie.

Aplikace laserové terapie není časově náročná. Jedna aplikace se pohybuje okolo 3-5 minut v závislosti na velikosti ozařované plochy. Proto by zavedení aplikací HPLT k akutnímu tišení bolesti u pacientů s vertebrogenními obtížemi nemělo vést k významnému zatížení ambulancí rehabilitačních zařízení či nutnosti personálního navýšení jejich provozu. Vliv premedikace na celkovou délku komplexní terapie však podle výsledků významný je. V průměru byla doba celkové léčby probandů s premedikací zkrácena o více než týden oproti kontrolní skupině. Jedná se tedy o 25 % z průměrné doby, kterou pacienti v kontrolní skupině docházeli na terapie do zdravotnického zařízení. Jak již bylo uvedeno, jen v případě kontrolní skupiny čítající 50 osob by úspora času mohla být využita k léčbě dalších více než 16 potenciálních klientů.

Tento výsledek je jedním ze zásadních argumentů pro uvedení metodického postupu léčby pacientů s dorzoalgiemi do praxe. Při dnešní délce čekacích dob na rehabilitační péči ve zdravotnických zařízeních tuto optimalizaci s dopadem na jejich zkrácení jistě pacienti uvítají. Z ekonomického hlediska je tento metodický léčebný postup optimalizován i pro vlastníky zdravotnických zařízení, a především pro zdravotní pojišťovny. Jelikož HPLT není zahrnuta do úhradové vyhlášky, zvýší se podíl spoluúčasti při úhradě zdravotní péče pacienty, což je v souladu se současnými trendy pojišťoven. Zároveň se zvýší příjem poskytovatelů zdravotních služeb za poskytování fyzikální léčebné metody. Navíc je pravděpodobné, že díky zvýšenému obrátu klientů rehabilitační ambulance, který ovlivní délku čekacích dob na manuální terapii, budou pacienti upřednostňovat poskytovatele s optimalizovaným léčebným postupem před konkurencí kvůli rychlejší odborné péči, které se jim ve zdravotnickém zařízení dostane.

Úspěšnost léčby a rychlost navrácení nemocných zpět do pracovního procesu je důležitá i ze celospolečenského pohledu. Z každoročních statistik Ústavu zdravotnické informatiky a statistiky vyplývá, že onemocnění myoskeletálního aparátu jsou druhou nejčastější příčinou pracovní neschopnosti. Vertebrogenní obtíže jsou přitom s drtivým podílem přes 80 % nejčastější diagnózou z této skupiny. Například v roce 2017 bylo v ČR přes 582 tisíc osob v dlouhodobé pracovní neschopnosti kvůli bolesti zad [39].

Díky poznatkům z vyhodnocování retrospektivních dat před zahájením prospektivního observačního pozorování, se pomocí předem stanoveného věkového rozpětí pacientů pro zařazení do výběru docílilo eliminace velkých věkových rozdílů jednotlivých skupin. To snižuje možné zkreslení výsledků při vyhodnocování prospektivních dat oproti datům získaným z oddělení Zelené domky fakultní Rehabilitační kliniky Therap Tilia.

Vysokovýkonná laserová terapie je intervence, která není zahrnuta do úhradové vyhlášky, a proto si jí musí pacienti hradit. Její přínos pro ústup bolesti na základně

klinických studií i této práce nelze popřít. Zatímco tato velmi efektivní i bezpečná fyzikální léčebná metoda není zdravotními pojišťovnami proplácena, využívají se k dosažení podobného účinku jiné přístroje, u kterých je délka aplikace delší. Navíc z výsledků zahraničních studií uvedených v přehledu současného stavu problematiky (kapitola 2.3.3, str. 21) vyplývá, že jejich analgetický efekt ani nedosahuje účinnosti HPLT při tišení bolesti.

Výsledky studií zahraničních autorů se shodují s výsledky této práce. Například ve studii Marie Conforti z italského Milana byl shodně prokázán výrazný analgetický efekt i zkrácení celkové doby léčby. U pacientů s whiplash syndromem se ve skupině léčené pomocí HPLT dosáhlo téměř dvojnásobně vyššího ústupu bolesti než u skupiny s běžnou fyzikální a manuální terapií využívanou u tohoto traumatu. Navíc pacienti ve sledovaném výběru podstupující léčbu laserem se v průměru vrátili zpět do zaměstnání během 26,6 dní, zatímco osoby ve druhé skupině ukončily pracovní neschopnost až po 53,9 dnech [7].

Analgetický účinek vysokovýkonné laserové terapie byl statisticky ověřen i v multicentrické randomizované placebem kontrolované studii, kterou publikoval Miroslav Procházka [16]. Pacienti v experimentální skupině absolvovali během 3 týdnů 9 aplikací HPLT a na konci léčby pociťovali 69% ústup bolesti. Při dalším měření s 30denním odstupem byl efekt terapie stále statisticky významný, když oproti 6 % v kontrolní skupině byl průměrný ústup bolesti intervenční skupiny 52 % z původně pociťované hodnoty.

Podobně byl analgetický účinek HPLT potvrzen i v ostatních studiích. V polské studii od Roberta Haładaje [16] byl prokázán pozitivní vliv analgetického účinku při léčbě bolesti v oblasti krční páteře shodně s přístrojovým trakčním zařízením. Mezi skupinami byl však statisticky významný rozdíl v hodnocení dlouhodobého účinku intervencí ve prospěch HPLT [11]. Dlouhodobý efekt vysokovýkonné laserové terapie byl prokázán i v dalších studiích [5, 6].

Podporou tvrzení ohledně vyšší efektivnosti při zkrácených intervalech mezi aplikacemi jsou studie, ve kterých byl prokázán statisticky významný ústup bolesti u experimentálních skupin při 3 aplikacích týdně. Jednou z nich je i studie autora Sae Hoon Kim [18], která zkoumala krátkodobé účinky HPLT u pacientů se zamrzlými rameny. Výsledky studie potvrdily lepší krátkodobé účinky oproti kontrolní skupině, kdy byl zaznamenán výrazný ústup bolesti při měření po 3 i následně 8 týdnech. Mezi studie s touto frekvencí aplikací patří i již zmiňovaná studie Miroslava Procházky [16] nebo například další jihokorejská studie zkoumající analgetický efekt u pacientů s osteoartrózou [10].

Co se týká velikosti výběrových souborů v zahraničních publikacích, které tvořily intervenční a kontrolní skupiny, se s počtem probandů v této práci mohla málo která studie porovnávat. Do statistického vyhodnocení byly zahrnuty záznamy z průběhu léčby

o 156 pacientech z prospektivního sběru dat a další informace o průběhu léčby 313 probandů byly zpracovány retrospektivně. Ze zahraničních studií měla nejpočetnější soubor probandů studie Roberta Haładaje, která byla postavena na statistickém vyhodnocení dat o 174 pacientech [11]. Druhá nejpočetnější byla také již zmiňovaná studie M. Conforti, ve které byl vyhodnocován vliv HPLT na léčbu whiplash syndromu na vzorku 135 pacientů [7]. Poslední studií, která se mimo metaanalýz či literárních rešerší dostala počtem probandů na hranici trojciferných čísel, byla studie porovnávající výsledky léčby HPLT s epidurálními obstríky při léčbě bolesti v oblasti bederní páteře od autora Badiozamana [5]. U ostatních studií, jak je uvedeno v tabulce 2.1, byly počty probandů výrazně nižší, čímž jejich výsledky nedosahují podobné statistické síly. Dostatečně velký statistický soubor je potřebný pro dosažení co nejvyšší síly testu, která je ukazatelem významnosti výsledků při zamítání nulové hypotézy. Při následné interpretaci výsledků je tedy množství probandů dobrým argumentem pro věrohodnost výsledků vyčíslené hodnotou síly testu.

Kvůli tomu, že HPLT není proplácena zdravotními pojišťovnami, nebylo možné posunout tuto práci na vyšší úroveň podle hierarchie EBM. Naplánovat randomizovanou placebem kontrolovanou klinickou studii, vybrat peníze od pacientů za léčbu laserovou terapií a následně je zařadit podle randomizačního klíče do skupiny s placebem, by bylo z etického hlediska nepřijatelné. V tomto ohledu bylo provedení klinické randomizované placebem kontrolované studie limitováno. Na stejný problém by narazila i nákladová analýza. Vzhledem k tomu, že se jedná o hrazenou službu, by velikost příjmů pacientů mohla ovlivnit výsledky nákladové analýzy. Zatímco člověk v produktivním věku je motivován ztrátou produktivity k brzkému návratu do pracovního procesu, tak pacienti ve starobním důchodu jsou naopak limitováni cenou intervence.

Zajímavá návaznost na tuto práci by byla, kdyby se předmětem zkoumání stala nákladová analýza tohoto metodického postupu v ambulantním rehabilitačním prostředí. Je pravděpodobné, že investice 1 000 Kč za premedikaci 4 aplikací HPLT se pacientovi mnohonásobně vrátí nejen ve zkrácené době léčby, ale i v úspoře nákladů dosažené menším počtem potřebných návštěv zdravotnického zařízení. Pro její vytvoření by se však muselo napřed vyřešit překonání výše zmíněných bariér.

Jednou z dalších nesplněných podmínek pro provedení kontrolované klinické studie se ukázala neexistence etické komise v cílovém zdravotnickém zařízení. Ačkoliv byla vyvíjena značná snaha o ustanovení etické komise společnosti, což se dokonce i stalo, tak SÚKL ve stanovené lhůtě neodpověděl na žádost o uznání nově stanovené etické komise, a ta tak do začátku sběru dat nebyla úředně uznána. Proto byl plán vlastního průběhu studie změněn a z původně zamýšleného randomizovaného sběru dat typického pro kontrolovanou klinickou studii se stala observační studie založená na doporučení průběhu léčby lékařem.

Shromažďování dat pro účely observační studie proběhlo bez větších problémů, až dvě výjimky všichni souhlasili se zařazením do studie. Pacientům se líbila myšlenka optimalizace léčebného postupu za účelem zkrácení čekací doby na individuální terapii, protože z vlastních zkušeností ví, jak je nepříjemné čekat s omezujícími bolestmi na odbornou pomoc. Doufejme, že zavedení poznatků z observační studie do praxe na sebe nenechá dlouho čekat a metodika léčebných postupů v péči o největší skupinu pacientů ambulantních rehabilitací se co nejdříve optimalizuje.

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vytvoření a vyhodnocení průběhu observační studie za účelem ověření analgetického účinku vysokovýkonné laserové terapie u pacientů s vertebrogenním algickým syndromem a jeho vliv na celkovou délku a efekt komplexní léčebně rehabilitační péče o tyto pacienty.

Na základě výsledků získaných z retrospektivního vyhodnocení záznamů o průběhu terapie 536 pacientů, kteří absolvovali terapii na oddělení fakultní Rehabilitační kliniky Therap Tilia, byly položeny hypotézy, které byly ověřeny z prospektivně shromážděných dat vlastní studie čítající 156 probandů. Všechny hypotézy byly v praktické části diplomové práce ověřeny.

Analgetický efekt byl statisticky prokázán včetně jeho vlivu na úspěšnost následné manuální terapie i v rámci komplexní terapie. Dále bylo statisticky ověřeno, že premedikace pomocí HPLT zkracuje délku následné terapie a při správných intervalech mezi jednotlivými aplikacemi dosahuje lepších výsledků i při mnohem kratší době celkové terapie. V neposlední řadě byly vyvráceny názory autorů odborné literatury o optimální účinnosti při zachování týdenních intervalů mezi jednotlivými aplikacemi HPLT. Byla prokázána vyšší účinnost při zkrácené době premedikace pomocí HPLT.

V diskuzi byl prezentován návrh metodiky léčebného postupu v péči o pacienty s vertebrogenními obtížemi pro optimalizaci léčebně rehabilitační péče na ambulancích rehabilitačních zařízení. Z výsledků vyplývá, že při zavedení návrhu optimalizované metodiky léčebného postupu by se dosáhlo 25% zkrácení léčby pacientů s vertebrogenním algickým syndromem. Výsledky diplomové práce byly také porovnány se zahraničními studiemi hodnotící analgetický efekt HPLT uvedených v literární rešerši přehledu současného stavu problematiky.

## Seznam použité literatury

- [1] SKÁLA, Bohumil. *Bolesti pohybového aparátu obecně, bolesti zad, bolesti hlavy - možnosti léčby: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře : [novelizace 2014]*. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, 2014. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-73-2.
- [2] Státní ústav pro kontrolu léčiv: Dodávky léčivých přípravků 2017. *Otevřená data: Státní ústav pro kontrolu léčiv* [online]. Šrobárova 48, 100 41 Praha 10: Oddělení datové podpory, 2018 [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://opendata.sukl.cz/?q=katalog/dodavky-lecivych-pripravku>
- [3] WHITE, Paul, Ofelia ELVIR LAZO, Lidia GALEAS a Xuezhao CAO. Use of electroanalgesia and laser therapies as alternatives to opioids for acute and chronic pain management. *F1000Research* [online]. 2017, **6**, 2161- [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.12688/f1000research.12324.1. ISSN 2046-1402. Dostupné z: <https://f1000research.com/articles/6-2161/v1>
- [4] ANGELOVA, Anna a Elena ILIEVA. Effectiveness of High Intensity Laser Therapy for Reduction of Pain in Knee Osteoarthritis. *Pain Research and Management* [online]. 2016, **2016**, 1-11 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1155/2016/9163618. ISSN 1203-6765. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/prm/2016/9163618/>
- [5] BADIOZAMAN, Radpay, Kermany MAHTAB a Dahi MASTNEH. Comparison between Epidural Block vs. High Intensity Laser Therapy for Controlling Chronic Low Back Pain. *Novelty in Biomedicine* [online]. 2016, **2016**(1), 34-40 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <http://journals.sbmu.ac.ir/nbm/article/view/9352>
- [6] BOYRAZ, Ismail, Ahmet YILDIZ, Bunyamin KOC a Hakan SARMAN. Comparison of High-Intensity Laser Therapy and Ultrasound Treatment in the Patients with Lumbar Discopathy. *BioMed Research International* [online]. 2015, **2015**, 1-6 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1155/2015/304328. ISSN 2314-6133. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/304328/>

- [7] CONFORTI, M. High power laser therapy treatment compared to simple segmental physical rehabilitation in whiplash injuries (1 and 2 grade of the Quebec Task Force classification) involving muscles and ligaments. *Muscle, Ligaments and Tendons Journal* [online]. 2013, , - [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.11138/mltj/2013.3.2.106. ISSN 2240-4554. Dostupné z: <http://www.mltj.org/common/php/portiere.php?ID=3668f25ce5a1b4918b3d0404e30728fd>
- [8] EL-SHAMY, Shamekh a Ashraf ABDELAAL. Efficacy of pulsed high-intensity laser therapy on pain, functional capacity, and gait in children with haemophilic arthropathy. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2016, **40**(4), 462-468 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1080/09638288.2016.1261416. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638288.2016.1261416>
- [9] GLAZOV, Gregory, Michael YELLAND a Jon EMERY. Low-level laser therapy for chronic non-specific low back pain: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Acupuncture in Medicine* [online]. 2016, **34**(5), 328-341 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1136/acupmed-2015-011036. ISSN 0964-5284. Dostupné z: <http://aim.bmj.com/lookup/doi/10.1136/acupmed-2015-011036>
- [10] KIM, Gook-Joo, Jioun CHOI, Sangyong LEE, Chunbae JEON a Kwansub LEE. The effects of high intensity laser therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2016, **28**(11), 3197-3199 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1589/jpts.28.3197. ISSN 0915-5287. Dostupné z: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/11/28\\_jpts-2016-618/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/11/28_jpts-2016-618/_article)
- [11] HAŁADAJ, Robert, Mariusz PINGOT a Mirosław TOPOL. The Effectiveness of Cervical Spondylosis Therapy with Saunders Traction Device and High-Intensity Laser Therapy: A Randomized Controlled Trial. *Medical Science Monitor* [online]. 2017, **23**, 335-342 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.12659/MSM.899454. ISSN 1643-3750. Dostupné z: <http://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/899454>
- [12] CHEN, Lianghua, Dandan LIU, Liping ZOU et al. Efficacy of high intensity laser therapy in treatment of patients with lumbar disc protrusion: A randomized controlled trial. *Journal of Back and*

- Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 2018, **31**(1), 191-196 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.3233/BMR-170793. ISSN 18786324. Dostupné z: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/BMR-170793>
- [13] CHOW, Roberta, Mark JOHNSON, Rodrigo LOPES-MARTINS a Jan BJORDAL. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials. *The Lancet* [online]. 2009, **374**(9705), 1897-1908 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61522-1. ISSN 01406736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673609615221>
- [14] IZUKURA, Hideaki, Midori MIYAGI, Takashi HARADA, Toshio OHSHIRO a Satoru EBIHARA. Low Level Laser Therapy in patients with chronic foot and ankle joint pain. *LASER THERAPY* [online]. 2017, **26**(1), 19-24 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.5978/islsm.17-OR-2. ISSN 0898-5901. Dostupné z: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/islsm/26/1/26\\_17-OR-2/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/islsm/26/1/26_17-OR-2/_article)
- [15] LONG, Linda, Simon BRISCOE, Chris COOPER, Chris HYDE a Louise CRATHORNE. What is the clinical effectiveness and cost-effectiveness of conservative interventions for tendinopathy? An overview of systematic reviews of clinical effectiveness and systematic review of economic evaluations. *Health Technology Assessment* [online]. 2015, **19**(8), 1-134 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.3310/hta19080. ISSN 1366-5278. Dostupné z: <https://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/hta/hta19080/>
- [16] PROCHÁZKA, Miroslav, P. DAVÍDEK a K. KAZALAKOVA. FOTOMECHANICKÝ EFEKT VYSOKOVÝKONNÉHO LASERU 4. TŘÍDY 1064NM NA VEDENÍ BOLESTI VOLNÝMI NERVOVÝMI ZAKONČENÍMI: MULTICENTRICKÁ, RANDOMIZOVANÁ, PLACEBEM KONTROLOVANÁ STUDIE. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2017, **24**(1), 11-18 [cit. 2018-05-10]. ISSN 1803-6597. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/link.do?id=bmc17009975>
- [17] RICKARDS, Luke. Erratum to “The effectiveness of non-invasive treatments for active myofascial trigger point pain: A systematic review of the literature” [International Journal of Osteopathic Medicine 9 (2006) 120–136]. *International Journal of*



- Osteopathic Medicine* [online]. 2007, **10**(1), 32- [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1016/j.ijosm.2007.02.002. ISSN 17460689. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1746068907000119>
- [18] KIM, Sae, Yeon KIM, Hwa-Ryeong LEE a Young CHOI. Short-term effects of high-intensity laser therapy on frozen shoulder: A prospective randomized control study. *Manual Therapy* [online]. 2015, **20**(6), 751-757 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1016/j.math.2015.02.009. ISSN 1356689X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1356689X15000272>
- [19] THABET, Ali, Ahmed ELSODANY, Kadrya BATTECHA, Mansour ALSHEHRI a Bassem REFAAT. High-intensity laser therapy versus pulsed electromagnetic field in the treatment of primary dysmenorrhea. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2017, **29**(10), 1742-1748 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1589/jpts.29.1742. ISSN 0915-5287. Dostupné z: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/10/29\\_jpts-2017-274/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/10/29_jpts-2017-274/_article)
- [20] WHITE, Paul, Xuezhao CAO, Loani ELVIR LAZO a Hector HERNANDEZ. Effect of High-Intensity Laser Treatments on Chronic Pain Related to Osteoarthritis in Former Professional Athletes: A Case Series. *Journal of Molecular Biomarkers & Diagnosis* [online]. 2017, **08**(04), - [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.4172/2155-9929.1000343. ISSN 21559929. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/effect-of-highintensity-laser-treatments-on-chronic-pain-related-to-osteoarthritis-in-former-professional-athletes-a-case-series-2155-9929-1000343.php?aid=92292>
- [21] OPAVSKÝ, Jaroslav. *Bolest v ambulanci praxi: od diagnózy k léčbě častých bolestivých stavů*. 1. Praha: Maxdorf, 2011. Jessenius. ISBN 978-80-7345-247-6.
- [22] GHADERI, Faezeh, Shahin BANAKAR a Shima ROSTAMI. Effect of pre-cooling injection site on pain perception in pediatric dentistry: “A randomized clinical trial”. *Dental Research Journal* [online]. 2013, **10**(6), 790–794 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3872632/>
- [23] BISHOP, Phillip a Robert HERRON. Use and Misuse of the Likert Item Responses and Other Ordinal Measures. *International*

- Journal of Exercise Science*, [online]. 2015, **8**(3), 297–302 [cit. 2018-05-08]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4833473/>
- [24] BOYRAZ, Ismail, Ahmet YILDIZ, Bunyamin KOC a Hakan SARMAN. Comparison of High-Intensity Laser Therapy and Ultrasound Treatment in the Patients with Lumbar Discopathy. *BioMed Research International* [online]. 2015, **2015**, 1-6 [cit. 2018-04-26]. DOI: 10.1155/2015/304328. ISSN 2314-6133. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/304328/>
- [25] YATES, Matthew a Neil SHASTRI-HURST. The Oswestry Disability Index. *Occupational Medicine* [online]. 2017, **67**(3), 241-242 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1093/occmed/kqw051. ISSN 0962-7480. Dostupné z: <https://academic.oup.com/occmed/article-lookup/doi/10.1093/occmed/kqw051>
- [26] BRAZIER, John, Jennifer ROBERTS a Mark DEVERILL. The estimation of a preference-based measure of health from the SF-36. *Journal of Health Economics* [online]. 2002, **21**(2), 271-292 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1016/S0167-6296(01)00130-8. ISSN 01676296. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167629601001308>
- [27] AICHER, B., H. PEIL, B. PEIL a H.-C. DIENER. Pain measurement: Visual Analogue Scale (VAS) and Verbal Rating Scale (VRS) in clinical trials with OTC analgesics in headache. *Cephalalgia* [online]. 2012, **32**(3), 185-197 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1177/0333102411430856. ISSN 0333-1024. Dostupné z: <http://cep.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0333102411430856>
- [28] TOUSIGNANT, N. The Rise and Fall of the Dolorimeter: Pain, Analgesics, and the Management of Subjectivity in Mid-twentieth-Century United States. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* [online]. 2011, **66**(2), 145-179 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1093/jhmas/jrq024. ISSN 0022-5045. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jhmas/article-lookup/doi/10.1093/jhmas/jrq024>
- [29] MELZACK, Ronald. The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain* [online]. 1975, **1**(3), 277-299 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1016/0304-3959(75)90044-5. ISSN 0304-3959. Dostupné z:

[http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landin  
gpage&an=00006396-197509000-00006](http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landin<br/>gpage&an=00006396-197509000-00006)

- [30] MELZACK, Ronald. The short-form McGill pain questionnaire. *Pain* [online]. 1987, **30**(2), 191-197 [cit. 2018-05-08]. DOI: 10.1016/0304-3959(87)91074-8. ISSN 0304-3959. Dostupné z: [http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landin  
gpage&an=00006396-198708000-00005](http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landin<br/>gpage&an=00006396-198708000-00005)
- [31] NAVRÁTIL, Leoš. *Nové pohledy na neinvazivní laser*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-1651-0.
- [32] ROSINA, Jozef. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4237-3.
- [33] SLOUKA, David. *Lasery při výkonech v ambulantní a klinické praxi*. 1. vyd. Plzeň: Euroverlag, 2015. ISBN 978-80-7177-968-1.
- [34] KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
- [35] SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro studium i praxi*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5247-1.
- [36] ČR. Zákon o evidenci obyvatel a rodných čísel: Úplné znění zákona č. 133/2000 Sb., o evidenci obyvatel a rodných číslech a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o., 2004, ročník 2004, částka 98, 302/2004 Sb.
- [37] Číselník: 1189: Seznam zdravotních výkonů s bodovými hodnotami. In: *Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky* [online]. Praha: VZP ČR, 2018 [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: [https://media.vzpstatic.cz/media/Default/dokumenty/ciselniky/vykonny\\_01189.pdf](https://media.vzpstatic.cz/media/Default/dokumenty/ciselniky/vykonny_01189.pdf)
- [38] PAVLÍK, Tomáš a Ladislav DUŠEK. *Biostatistika*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-782-6.
- [39] *Ukončené případy pracovní neschopnosti pro nemoc a úraz 2017: Pracovní neschopnost 2017*. Praha 2, Palackého nám. 4: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2018, **2017**(1). ISBN 978-80-7472-180-9. ISSN 1210-8693.
- [40] Diolase 10, Biolase. In: *Novia Dentals* [online]. Indonesia: Novia Dentals, 2018 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z:

<http://www.noviadentals.com/dental-imaging-and-x-ray/biolase-diolase-10.html>

- [41] Nemusíte snášet bolest: Vizuální analogová škála a obličejová škála bolesti. In: *Nemocnice Na Homolce* [online]. Praha: © Nemocnice Na Homolce 2017, 2017 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.homolka.cz/pro-pacienty/11610-informace-o-hospitalizaci/11611-nemusite-snaset-bolest/>
- [42] DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

## Seznam použitých obrázků

Obrázek 2.1 - Vizuální analogová a obličejová škála bolesti [41] .....	19
Obrázek 4.1 - Přístroj Diolase 10 [40].....	27
Obrázek 4.2 Diagram designu prospektivního sběru dat.....	28
Obrázek 4.3 - MLS® ASA vysokovýkonný laser [Zdroj: autor] .....	30
Obrázek 5.1 Výšečový graf – efekt terapie u pacientů s VAS .....	33
Obrázek 5.2 Sloupcový graf – četnosti efektu podle intervalů mezi aplikacemi ....	35
Obrázek 5.3 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS před první aplikací HPLT .....	36
Obrázek 5.4 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS u kontrolní skupiny .....	37
Obrázek 5.5 Sloupcový graf – četnosti hodnot VAS na konci premedikace HPLT	37
Obrázek 5.6 Bublinový graf – efekt HPLT v závislosti na intervalech mezi aplikacemi .....	38
Obrázek 5.7 Sloupcový graf – procentuální podíl pacientů podle hodnot bolesti při ukončení komplexní terapie .....	39
Obrázek 5.8 Krabicový graf – délka komplexní terapie u skupin prospektivní studie.....	40

## Seznam použitých tabulek

Tabulka 2.1 Přehled studií zahrnutých do literární rešerše.....	17
Tabulka 4.1 Hodnocení efektu terapie se slovním vyjádřením (PPi) .....	26
Tabulka 5.1 Popisná statistika retrospektivního souboru dat .....	33
Tabulka 5.2 Hodnocení efektu HPLT v závislosti na intervalech mezi aplikacemi	34
Tabulka 5.3 Deskriptivní statistika – počty probandů v jednotlivých skupinách....	36
Tabulka 5.4 Výsledky dvouvýběrového parametrického testu o střední hodnotě... 41	
Tabulka 5.5 F-test pro rozptyl HPLT A1-A2 (analgetický efekt) .....	42
Tabulka 5.6 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů HPLT A1-A2 (analgetický efekt) .....	42
Tabulka 5.7 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – doba léčby MT .....	43
Tabulka 5.8 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – doba léčby MT .....	43
Tabulka 5.9 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (HPLT sk.) .....	44
Tabulka 5.10 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (KS - HPLT1) .....	44
Tabulka 5.11 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – efekt komplexní terapie (KS - HPLT2) .....	45
Tabulka 5.12 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celkový efekt terapie (HPLT sk.) .....	45
Tabulka 5.13 Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů – celkový efekt terapie (KS - HPLT 2) .....	45
Tabulka 5.14 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celkový efekt terapie (KS - HPLT 1) .....	46
Tabulka 5.15 Dvouvýběrový F-test pro rozptyl – celková doba terapie (HPLT1 – KS).....	47
Tabulka 5.16 Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů – celková doba terapie (HPLT 1 - KS) .....	47