ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Hodnocení efektivity kryoterapie u akutních bolestivých stavů

The Evaluation of Cryotherapy Effectiveness in Acute Pain Conditions

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

Autor bakalářské práce: Ondřej Huňáček

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Příhoda

Kladno 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	**Huňáček**	Jméno:	**Ondřej**	Osobní číslo:	**473852**
Fakulta:	**Fakulta biomedicínského inženýrství**				
Garantující katedra:	**Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**				
Studijní program:	**Specializace ve zdravotnictví**				
Studijní obor:	**Fyzioterapie**				

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Hodnocení efektivity kryoterapie u akutních bolestivých stavů

Název bakalářské práce anglicky:

The Evaluation of Cryotherapy Effectiveness in Acute Pain Conditions

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude zhodnocení efektivity kryoterapie při terapii akutních bolestivých stavů pohybového aparátu. V teoretické části budou posouzeny terapeutické přístupy léčby akutních algických stavů, princip mechanismu účinku kryoterapie a technologický vývoj přístrojů zabývajících se touto fyzikální léčebnou metodou. Metodika bude popisovat indukční klíč intervenční a kontrolní skupiny včetně popisu průběhu terapie těchto skupin a metody hodnocení efektu terapie. Obsahem praktické části bude statistické zpracování a vyhodnocení získaných informací o efektu léčby. Diskuze bude pojednávat o výsledcích práce v porovnání s relevantními studiemi zahraničních autorů.

Seznam doporučené literatury:

[1] ZEMAN, Marek, Základy fyzikální terapie, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013, ISBN 978-80-7394-403-2
[2] KRISCHAK, Gert, Traumatology for the physical therapist, New York: Thieme, 2014, ISBN 9783131724311
[3] ŠMUK, Lubomír a Petr STRNAD, Lokální kryoterapie a celotělová terapie chladem jako alternativa a doplněk léčby bolestivých onemocnění pohybového ústrojí, 2008, Solen, 10(9), 410-412, 1212-7299

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Aleš Příhoda

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **17.02.2020**
Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

24.2 2020
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Hodnocení efektivity kryoterapie u akutních bolestivých stavů vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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 dne 25.05.2020

…….

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Aleši Příhodovi za podporu, cenné rady a čas, který mi ochotně věnoval. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům a vedení Rehabilitace Budějovická s.r.o. za možnost osobního sběru dat na jejich pracovišti. V neposlední řadě děkuji svým blízkým za trpělivost a ohleduplnost v době, kdy jsem svou bakalářskou práci zpracovával.

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je statistické vyhodnocení analgetického efektu kryoterapie u akutních bolestivých stavů. Teoretická část pojednává o bolesti, jejím dělení a způsobu přenosu algické informace v lidském těle. Jsou zde zmíněny teorie bolesti a její hodnocení. Druhá polovina teoretické části se zabývá dělením těla z termického hlediska, principy kryoterapie a jejími druhy. V metodické části práce je popsán způsob sběru dat, použitá hodnotící škála a přístroje, pomocí kterých byl výzkum proveden. V této kapitole jsou též popsány metody statistického vyhodnocování dat. Diskuze následně pojednává o srovnání dosažených výsledků se zahraniční literaturou.

Do výběrového souboru bylo zařazeno celkem 116 pacientů trpících akutními bolestivými stavy. Sběr dat proběhl na dvou pracovištích s podobnými přístroji pro aplikaci lokální kryoterapie. U obou přístrojů byla zvolena vhodná testová statistika za účelem porovnání a zjištění jejich účinnosti. Výsledky byly diskutovány v porovnání s výsledky studií zahraničních autorů.

Klíčová slova

Lokální kryoterapie; entezopatie, dorsalgie; poranění měkkých tkání; akutní bolestivé stavy.

ABSTRACT

The subject of this thesis is statistical evaluation of the analgetic effects of the cryotherapy in acute pain conditions. The theoretical part deals with pain, its divisions and the ways of transmission of algic information in human's body. Pain theories and its evaluation are included as well. The second half is dedicated to deviding human's body from the thermic standpoint, principles of cryotherapy and its types. Methodology part describes the way of data collection, used evaluating scale and devices that were taking part in this study. Discussion chapter discusses the comparison of outcomes of this study and foreign literature.

116 pacients suffering from acute pain conditions were included in this study. The data were collected from two different institutions with similar devices for the local cryotherapy. In both cases, the suitable test statistic was used to determine the effectiveness. Subsequently, the effectiveness of both devices was compared using test statistic. Outcomes of the study were discussed in comparison to foreign literature.

Keywords

Local cryotherapy; entezopathy; dorsalgia; soft tissue injury; acute pain conditions

Obsah

1 ÚVOD 9

2 CÍLE PRÁCE 10

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU 11

3.1 Bolest 11

3.1.1 Chronická bolest 11

3.1.2 Akutní bolest 12

3.2 Dráhy bolesti 13

3.3 Teorie bolesti 15

3.4 Hodnocení bolesti 16

3.5 Kryoterapie 18

3.5.1 Dělení těla z termického hlediska 19

3.5.2 Princip kryoterapie 20

3.5.3 Druhy kryoterapie 22

4 METODIKA 25

4.1 Sběr dat 25

4.2 Hodnotící škála 27

4.3 Použité přístroje 28

4.4 Metody vyhodnocování dat 31

5 SPECIÁLNÍ ČÁST 34

5.1 Probandi 34

5.2 Vyhodnocená data 41

6 VÝSLEDKY 45

7 DISKUZE 47

8 ZÁVĚR 54

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 55

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 56

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ 59

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK 60

13 SEZNAM PŘÍLOH 61

1 ÚVOD

Bolesti pohybového aparátu člověka za život potkají nesčetněkrát. V mnohých případech jim můžeme předejít vhodnou prevencí, avšak když se přesto objeví, hledáme cestu, jak se bolesti zbavit. Při hektickém životě většiny lidí dnešní doby není výjimkou uchýlení se k medikamentům, které však problém neřeší, a naopak mohou z dlouhodobého hlediska přinést negativní dopady na lidský organismus. Tento fakt sám o sobě vybízí k hledání alternativního řešení, jak lidské tělo nezatížit a zároveň mu ulevit od bolesti.

Díky studiu fyzioterapie mi bylo umožněno získat širší znalosti z okruhu fyzikálních léčebných metod, které na různých principech mohou pomoci se širokou škálou poruch pohybového aparátu. Obzvláště mne zaujalo užití negativní termoterapie, respektive kryoterapie, a procesy, které se v těle při její aplikaci a po ní odehrávají. Způsob, jakým se tato jedna z nejstarších léčebných metod vyvinula, mi přišel pozoruhodný. To byl zároveň důvod, proč jsem se rozhodl terapii extrémním chladem podrobit zkoumání a získat tak odpověď, zdali může v potřebném rozsahu pomoci od bolesti bez nutnosti užívání analgetik.

Tato bakalářská práce se tedy zabývá statistickým zpracováním získaných dat o efektu dvou kryoterapeutických přístrojů na tlumení bolesti. Předmětem bude nejen vyhodnocení účinnosti analgetického efektu na vybrané diagnózy, ale též porovnání efektivity zkoumaných přístrojů.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je ověření stanovených hypotéz o účinnosti kryoterapie na akutní bolestivé stavy. Předmětem hodnocení budou statisticky zpracovaná data a jejich využití ke zhodnocení efektivity obou přístrojů zahrnutých do studie. Skrze popisnou statistiku je cílem zjistit základní informace o obou souborech dat z hlediska věkového rozložení, početného zastoupení pohlaví a u zkoumaných diagnóz četnosti napříč věkovými skupinami. Předpokladem je, že kryoterapie poskytne statisticky signifikantní analgetický účinek, který by mohl vést ke snížení konsumpce medikament na tišení bolesti. V diskuzi budou porovnány získané výsledky s výstupy zahraničních studií, které při průběhu výzkumu též sledovaly analgetický efekt kryoterapie.

Hypotézy:

$H1_0$: Přístroj Cryo-T Elephant nemá statisticky významný vliv na tlumení bolesti akutních bolestivých stavů.

$H1_A$: Využitím přístroje Cryo-T Elephant lze dosáhnout statisticky významného analgetického efektu u akutních bolestivých stavů.

$H2_0$: Přístroj Cryogen 3 nemá statisticky významný vliv na tlumení bolesti akutních bolestivých stavů.

$H2_A$: Analgetický efekt přístroje Cryogen 3 statisticky významně přispívá k tlumení bolesti u akutních bolestivých stavů.

$H3_0$: Analgetický efekt přístrojů Cryo-T Elephant a Cryogen 3 je shodný.

$H3_A$: Efekt přístroje Cryogen 3 dosahuje statisticky významnějšího analgetického účinku, než přístroj Cryo-T Elephant.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

V době, kdy se výrazně rozmohl trend nadužívání analgetik a medikamentů obecně, je důležitější více než kdykoliv předtím, aby pacientům byly nabídnuty přirozenější a méně toxické možnosti tišení bolesti. Po určité době se totiž stává tělo na léky proti bolesti rezistentní nebo v horším případě závislé. Například u skupiny nesteroidních antiflogistik (NSAID) může docházet i k poškození zažívacího traktu. Vedlejší účinky však můžeme pozorovat v podstatě u každého léku, a to i u volně prodejných farmaceutik či doplňků stravy. Hojně rozšířená látka naproxen (léky typu Nalgesin či na Naprosyn) vykazují při dlouhodobějším užívání, a to již nad 10 dní, zvýšený výskyt infarktu myokardu či iktu. Oproti tomu další dobře známé léky – Paralen a Panadol – mohou způsobovat renální tubulární nekrózu a selhání jater [1].

3.1 Bolest

Dnešní uspěchaná doba a naše návyky, přímo vybízejí k pasivnímu řešení bolestivých stavů. Lidé se totiž zaměřují na zakrytí problému, spíše než na jeho řešení či prevenci. Ta by přitom mohla spočívat pouze v úpravě běžných denních činností. Špatné pohybové stereotypy, spolu s vadným držením těla, nepřiměřeně zatěžují lidské tělo. Důsledky opotřebení se zákonitě po čase projeví bolestivým podnětem.

3.1.1 Chronická bolest

Delší dobu přehlížené problémy vyústí v tzv. chronickou bolest, též dlouhodobou bolest. Ta dle pravidel odborné literatury trvá déle než tři měsíce. Mnohdy je i vyšší, než je na konkrétní poškození tkáně obvyklé. Dalším, však neméně důležitým parametrem, je intenzita vjemu, který si pacient odnáší z prožitku algického podnětu. Ta však zároveň může působit jako zásadní faktor, který ovlivňuje rozvoj této bolesti v emocionálním rozpoložení nemocného.

Spektrum vlivů, které ovlivňují emoční stránku věci, je široké. Zahrnuje psychologické, sociální či duševní aspekty jedince. Chronická bolest s sebou totiž nese změny na psychologické úrovni, které následně přetváří i sociální oblast života. Zařadit bychom sem mohli například změny vnímání nebo udržení pozornosti. Je negativně ovlivněno myšlení, dlouhodobě zhoršený emoční stav či snížená reaktivita na podněty. Bolest chronická se od té akutní liší kromě mechanismu vzniku i další věcí – můžeme ji totiž charakterizovat jako nemoc, což vytyčuje lehce odlišný cíl, a to mírnění chronické bolesti [2; 3].

Příhodné je k tomuto tématu přispět asi nejznámější definicí bolesti, kterou zavedla Mezinárodní společnost pro studium bolesti (IASP; International Association for the Study of Pain). Ta ji popisuje jako negativní smyslový a emoční zážitek, jež je spojený se skutečným, popřípadě potenciálním poraněním tkáně. Zvolená slova poukazují na vztah a vzájemný proces doplňování se jak smyslové, tak emoční složky nepříjemného zážitku.

3.1.2 Akutní bolest

Na druhé straně, která vždy chronické bolesti předchází, je ta akutní. Její vznik je zapříčiněn traumaty, probíhající nemocí, či jako následek zásahu do organismu. Charakteristická je pro ni zejména délka průběhu, jelikož zde mluvíme o hodinách, dnech či týdnech. Je přirozenou součástí mechanismů těla, jež se vypořádává s poškozením. Zároveň může jít o důležitý indikátor, který předznamenává blížící se kolaps orgánů, a tedy jejich funkce. Příkladem je krutá bolest břicha při akutní pankreatitidě, nebo bolesti za sternální kostí v případě akutního infarktu myokardu. Do jisté míry je nám tedy prospěšná, neboť mechanismy, které na ni navazují, vedou k obrannému chování organismu s cílem předejít dalšímu poškození tkáně. Náhle vzniklé bolesti na sebe povětšinou nenavazují dlouhodobé patologické změny chování či negativní emoční asociace, takže nedochází k zasažení sociálních oblastí [3; 4].

3.2 Dráhy bolesti

Bolest se do CNS dostává zejména skrze Aδ a C vlákna. Ta mají svůj začátek v periferních nociceptorech. Jedná se o volná nervová zakončení primárních aferentních neuronů. Tyto „vysokoprahové“ receptory vyžadují znatelně vyšší intenzitu podnětu, než tomu je u ostatních smyslových receptorů. V míše bolest nachází svůj cíl především v tzv. Rexedových zónách. Místo zpracování povrchové bolesti je zvané substantia gelatinosa Rollandi. Dalším místem, kde se bolest promítá, je poté nucleus proprius (jedná se o hlubokou III., IV. a V. Rexedovu zónu). Ve všech těchto zónách dochází k určité specializaci. Například pokračuje-li bolest do Lissauerova traktu, percipuje se zde bolest akutní, povrchová, kožní či slizniční. Povrchová bolest je vedena převážně C vlákny, ale též Aδ vlákny. Oproti tomu viscerální (útrobní, hluboká) je přenášena z větší části Aδ vlákny (opět však platí, že i C vlákny) [5; 6].

Ascendentní nervové dráhy bolesti

V momentě, kdy se algický podnět dostane do míchy, máme zde několik drah, které bolest mohou vést do podkorových a korových oblastí. Tractus spinothalamicus je považován za hlavní dráhu bolesti. Odlišujeme neospinothalamický trakt, jež spadá pod běžné tříneuronové dráhy nocicepce, a paleospinothalamický. Ten se někdy označuje i jako spinoretikulothalamický a probíhá mediálně jak v míše, tak mozkovém kmeni. Vzruchy přepojuje do mediálních jader thalamu. Naopak neospinothalamická dráha probíhá v míše ventrolaterálně. Končí a přepojuje vzruchy na třetím neuronu, v oblasti ventrobazálního komplexu. Tractus spinoparabrachialis amygdalaris a spinoparabrachialis hypothalamicus jsou další z ascendentních drah vedoucí nocicepci do vyšších etáží CNS. Jejich úkolem je však především emoční složka bolesti a zrod strachu. V úseku od míchy do mozkového kmene pozorujeme tractus spinoreticularis a tractus spinomesencephalicus. Některá z vláken dráhy

spinoretikulární vedou do descendentního inhibičního systému. Část spinothalamického traktu též končí v mozkovém kmeni, kde jsou umístěné endogenní opioidy [6; 7].

Bolest se v zadních rozích míšních přepojuje dle myelinizace nervových vláken a povahy algického podnětu. Jak již bylo zmíněno, povrchová bolest se přepojuje v substantia gelatinosa Rollandi, zejména ve II. Rexedově lamině. Somatická bolest končící hlouběji naopak ve III., až V. Rexedově lamině. Toto místo slouží též k vyhodnocení hmatových a mechanických vzruchů. Vlákna tudy vedoucí pokračují do comissura alba. Jedná se o část tr. spinothalamicus. Útrobní bolest končí v šedé hmotě míšní (konkrétně VIII. A X. Rexedova zóna) [6].

Descendentní inhibiční systémy

Zásadní roli ve zpracování bolesti hrají i descendentní vlákna, přičemž některá z nich fungují jako blokátory nociceptivních signálů. Při jejich aktivním zapojení dochází k tlumení příchozího algického podnětu do CNS. V tomto systému sehrávají nemalou roli endogenní opioidy. Začátkem této soustavy je periakveduktální šeď. Jedná se o hierarchicky nejvyšší centrum v mesencephalu. Další části mozkového kmene obsahují serotoninergní a noradrenergní neurony. Jde o nuclei raphe a oblast locus coeruleus. Odsud vedou descendentní vlákna k zadním vrátkům, kde dochází k tlumení bolesti. Celý systém se aktivuje skrze opioidy, jež se podají zevně, popřípadě antidepresivy. V případě exogenní dodávky zvyšuje svou aktivitu periakveduktální šeď, což tlačí na nuclei raphe a locus coeruleus, aby se tato místa aktivovala a došlo k vyplavení endorfinů a enkefalinů. Při působení antidepresiv se zde přímo zvyšuje hladina serotoninu, popřípadě noradrenalinu. Zvýšené sekrece se dá dosáhnout i endogenními mechanismy, kdy se jako klíčová ukazuje například fyzická aktivita, nebo

psychická pohoda jedince. Toho můžeme využít adekvátním přístupem k pacientovi a posílit tak celkový efekt terapie.

3.3 Teorie bolesti

Pro užití fyzikální terapie s cílem ovlivnění bolesti, tedy dosažení analgetického účinku, se vžily teorie bolesti. Princip každé z nich se o něco liší, přičemž některé byly za dobu své existence vědecky vyvráceny, popřípadě nepotvrzeny.

Vrátková teorie bolesti

Tuto teorii zformuloval Patrick Wall společně s Ronaldem Melzackem a to již v roce 1965. Pracuje s tvrzením, že přenos vzruchů se z receptorů nese odlišně za klidového stavu a při algickém podnětu. Rozdíl spočívá zejména ve vláknech, kterými se signály šíří. Totiž, že za běžných okolností dochází k přenosu skrze rychlá Aα vlákna, oproti tomu bolest se šíří znatelně pomalejšími C a Aδ vlákny. Teorie poté tvrdí, že vrátkový systém reguluje svou činnost na základě aktivity a počtu vzruchů v silných myelinizovaných vláknech Aβ a v slabých nemyelinizovaných Aδ, C. Silná vlákna, respektive signály jimi procházející, tlumí přenos nociceptivních vzruchů – tedy „zavírají vrátka“. To se děje v zadních rozích míšních, přesněji v substantia gelatinosa Rollandi. Zde je uložena míšní transmisní buňka (T buňka). Ta přenáší přijímaný signál z periferních receptorů do CNS. Kvůli povaze vláken (silná reagují zejména na dotek, tlak a vibrace, oproti tomu slabá na algické podněty v podobě rychlé – Aδ a pomalé – C složky) můžeme využít tohoto principu ve fyzikální terapii a tlumit díky její pomoci bolest, neboť můžeme zahltit myelinizovaná vlákna adekvátním impulsem, jež tak vyvolá požadovanou analgesii [5; 6; 8; 9].

Endorfinová teorie bolesti

Oproti vrátkové teorii endorfinová zaujímá na analgesii lehce odlišný pohled. Pracuje se skutečností, že v lidském těle vznikají přirozeně endogenní opiáty (spadají sem peptidy typu endorfinů, enkefalinů či dynorfinů), které mají silně analgetický účinek. Fyzikální terapie se poté snaží skrze stimulaci C vláken sekreci těchto peptidů zvýšit, čímž se utlumí nociceptivní dráždění. Výhodou je, že působí jako přirozené tlumiče bolesti a na CNS účinkují stejným dílem, jako medikamenty [5; 9].

Teorie kódů

Algická informace se dle této teorie přenáší ve formě kódu, přičemž jeho rozšifrování probíhá až v CNS. V průběhu let se teorií kódů vyrojilo několik, avšak mezi nejdůležitější patří především teorie sumace. Ta tvrdí, že vzniklý kód z periferie putuje do zadních rohů míšních, kde probíhá již zmiňovaná sumace. Při dosažení prahové hodnoty, je odpovědí právě vznik bolesti. Pro užití fyzikální terapie se tak můžeme opírat o neurofyziologické zákonitosti, jelikož změna kódu je možná jen skrze pozměnění frekvence impulzů, které aferentním vláknem proudí [5; 6].

3.4 Hodnocení bolesti

Limitujícím faktorem pro sběr údajů týkajících se bolesti je nemožnost získat objektivní data. Ta jsou, spolu s charakterem samotné bolesti popisované pacientem, čistě subjektivní. Metod hodnocení existuje celá řada, a i přes nemožnost odstranění této nedostatečnosti, se nemalá část z nich ukázala jako významně nápomocná pro posuzování bolesti a jejího vlivu na hodnocení celkového stavu pacienta. Přístrojové vyšetřovací metody dokážou objektivizovat výsledky, což nám sice pomáhá ve výzkumu, ale jedná se stále

o dílčí hodnocení stavu pacienta. Objektivní nález na snímcích často nevysvětluje obtíže a hranice fyziologické normy jsou příliš individuální. Stejně jako subjektivní hodnocení. Další nevýhodou je časová náročnost sběru informací. Níže zmiňované postupy tak budou uvedeny pro svou rozšířenost a rychlost získání informací [6].

Neverbální metody hodnocení bolesti

Nejrozšířenější metodou je vizuální analogová škála (VAS). Ta nám umožňuje získat informaci o intenzitě bolesti. V praxi se s ní můžeme setkat v podobě horizontální úsečky, která na svém levém okraji znázorňuje stav, kdy pacient necítí žádnou bolest, přičemž opačný konec představuje největší bolest, kterou si nemocný dokáže představit. Tu daný jedinec neporovnává s doposud prožitou bolestí, neboť silnou bolest nemusel nutně ještě zažít. Vizuální analogová škála je tak v celém svém průběhu rozdělena do úseků, které představují stav pacienta a vnímanou bolest. Dotyčný má při zhodnocení míry bolesti použít vytyčených bodů, aby co nejpřesněji popsal svůj stav [6].

I VAS existuje v několika verzích. Klasická stupnice v číselné podobě je při hodnocení v centimetrech v rozsahu 0 až 10. Může se vyskytovat také s hodnotami 0 až 100. Pro zdůraznění nárůstu intenzity bolesti se využívá i úsečky směřující do pravého horního rohu z levého dolního. Vzhledem k tomu, že hodnocení bolesti se využívá i u dětí, existuje i varianta vertikální úsečky, například v podobě vertikálního „teploměru“, jež dětem umožňuje si nárůst bolesti lépe představit. Za tímto účelem můžeme po celém průběhu v jednotlivých bodech též rozmístit obličeje znázorňující bolest ve výrazu. Jedná se pak o škálu obličejů bolesti. Obdobou je poté numerická škála, která má ve svém průběhu od levého okraje k pravému znázorněná čísla, kterým pacient přiřkne aktuální stav (levý okraj je zde opět jako stav bez bolesti). V případě

uvádění změny stavu v procentech se pracuje s výchozí hodnotou 100 %, která představuje bolest před začátkem terapie a následné záznamy pojednávají o zlepšení stavu a snížení bolesti. Jako doplněk nonverbálního hodnocení slouží ještě takzvaná mapa bolesti, která nám utváří konkrétnější představu o typu bolesti, ale zároveň o její lokalizaci či rozsahu [6].

Verbální metody hodnocení bolesti

Umožňují sledovat kromě intenzity i kvalitu bolesti. Dle deskriptorů bolesti se poté hodně dozvíme i o míře zastoupení afektivní a smyslové složky. Základní variantou by byla numerická škála 0 až 3 (0 představující žádnou bolest, 3 naopak silnou). Rozšířenou variantou je poté stupnice do hodnoty 5, která umožňuje o něco citlivější popsání prožívané bolesti. Deskriptory bolesti nabízejí odlišné popisy algického podnětu tak, aby pacient mohl co nejpřesněji předat informaci o svém problému. Mezi užívaná slova patří příkladem tepavá, bodavá či křečovitá bolest [6].

3.5 Kryoterapie

Tento pojem, spadající pod negativní termoterapii, můžeme popsat jako léčebné odvádění tepla z povrchu organismu. Název se odvozuje z řeckého slova kryos, neboli chlad, a therapia, tedy léčba [10].

Odvod tepla z těla je umožněn následujícími mechanismy:

1) kondukce – vedení kontaktem (kryosáčky, ledování);
2) konvekce – proudění (užití fukaru chladného vzduchu, mnohdy s přidaným dusíkem, kryokomory);
3) evaporace – vypařování (pocení, těkavé kapaliny jako etylchlorid);
4) radiace – sálání.

Kondukce zaujímá v pomyslném žebříčku procentuálního odvodu tepla z organismu poslední místo. Jedná se totiž pouze o zhruba 1 %. Při konvekci, tedy proudění, kdy pohybující se částice získaly skrze kontakt s teplým předmětem tepelnou energii, jde o přibližně 15 %. Ztráta tepla sáláním s procenty již značně stoupá, neboť zaujímá 55–60 %. Evaporace je značně účinným mechanismem regulace tělesné teploty. Organismus jí dosahuje v prvé řadě skrze pocení. Ve fyzikální terapii se tohoto mechanismu dosahuje užíváním těkavých kapalin, příkladem etylchlorid, sloužících pro lokální analgesii bolesti a zánětů, nejen u sportovců [9].

Kryoterapie, jak bychom mohli novodobou léčbu chladem nazvat, má kořeny v 70. letech minulého století, kdy profesor Toshiro Yamauchi, revmatolog, zkonstruoval první kryogenickou komoru na světě. Jednalo se o krok přímo navazující na tzv. kryobiologii, tedy vědecký obor zkoumající působení extrémního chladu na buněčné procesy. Ta vychází z vědeckého odvětví zvaného kryogenika, jehož počátek můžeme datovat do konce 19. století (zabývá se vlivem nízkých teplot na různorodé materiály) [10].

3.5.1 Dělení těla z termického hlediska

Lidský organismus za účelem správného průběhu biochemických dějů, a zajištění ostatních funkcí, užívá termoregulace k udržení adekvátní teploty těla. Řízení je prováděno termoreceptory, řídícími centry a výkonnými mechanismy. Termoreceptory jsou centrální, ty reagují zejména na přehřátí a periferní naopak na chlad. Řídícími centry jsou myšlena hypothalamická jádra, která slouží nejen jakožto centrální receptor, ale právě jako regulátor teploty [8; 9].

Zachování optimální teploty těla je pro správnou funkčnost klíčové. Z tohoto hlediska můžeme organismus rozdělit na tělesné jádro, tělesný obal a obalovou vrstvu.

Tělesné jádro

Zaujímá 65 % těla. Jádro tvoří vnitřní orgány, dutina břišní, hrudní, pánevní a lební. Kvůli své „povaze“ je vnitřní teplota homeostatická, tedy nezávislá na teplotě okolního prostředí. Výkyvy nastávají pouze v malém rozhraní od 0,5 do 0,7 °C [9; 10].

Tělesný obal

Tvořen akrálními částmi těla, jeho kůží a podkožím. Oproti jádru je poikilotermní, ovlivnitelný teplotou okolního prostředí. Slouží jako izolant jádra, ve kterém najdeme periferní termoreceptory [9].

Obalová vrstva

Nejedná se konkrétně o část těla, nýbrž prostředí, ve kterém se nachází. Přiléhá přímo na povrch těla [9].

3.5.2 Princip kryoterapie

Užití termonegativního podnětu na lidské tělo v rámci aplikace kryoterapie vede ke spuštění tzv. adaptačních mechanismů. Ty si berou za cíl zamezit dalšímu poklesu teploty, aby tak ochránily homeostaticky udržovanou teplotu těla [10].

Obecně můžeme říci, že reakcí těla na chlad je vazokonstrikce, tedy stažení cév v kůži (tělesném obalu), následovanou vazodilatací neboli rozšíření cév, v tkáni tukové. Ta tímto chrání útrobní oblasti před poškozením chladem [5].

Další děje přímo související s lokální aplikací kryoterapie jsou, kromě snížení průtoku krve v cévách, svalový třes vytvářející metabolické teplo, chemické

procesy zvyšující tvorbu tepla, či mechanismy regulující hladinu thyroxinu (T4). Ten je produktem folikulů štítné žlázy a má vlastnost vázat na sebe jód, i přímou spojitost s látkovou výměnou tělních buněk. Všechny uvedené reakce jsou řízené zadním hypothalamem, který sbírá informace z chladových periferních receptorů, tzv. Krauseho tělísek [8; 10].

Snížení teploty při aplikaci lokální kryoterapie na akra vede k redukci probíhajícího metabolismu na superficiálních částech těla. Oproti homoiotermnímu prostředí lidského jádra, kde je zásah do teploty místního prostředí obtížný, zde můžeme dosáhnout znatelnějšího efektu [10].

Místní redukce teploty kůže a podkoží vede k blokádě receptorů bolesti (nociceptorů). Analgetický účinek si zde můžeme vysvětlit pomocí vrátkové teorie bolesti, neboť jedna z odpovědí organismu je zvýšené vylučování endorfinů, jakožto obranná reakce. Zároveň nastává tzv. dvoufázová cévní odezva, tedy již dříve popsaná vazokonstrikce cév (trvá zhruba 10 sekund), s následnou vazodilatací. Ta nastává ještě v průběhu aplikace. Konkrétním dějištěm jsou arteriovenózní anastomózy, po jejichž uzavření následuje zesílení krevního průtoku kapilárním řečištěm. Bylo zjištěno, že mohutnější a rychlejší odezva nastává čím je aplikační teplota nižší, a zároveň, že rozdíl mezi rychlým a pomalým dodání termonegativního podnětu je snad jen v počáteční vazokonstrikci, která se ukazuje jako méně intenzivní u pomalejšího působení chladu [5; 9; 10].

Aplikace na konkrétní místo však nemusí vyvolat pouze zpomalení lokálních dějů, ale dokonce i reverzibilní ischemii tkáně a téměř úplnou zástavu metabolických procesů. Důvod užití nacházíme zejména v potřebném snížení bolestivosti místa, či lokálních dopadů některých diagnóz [10].

Další změny, které můžeme pozorovat, jsou ve svalovém tonu. Chlad totiž výrazně zvýší nejen svalové napětí, ale i gammamotorickou aktivitu a svalovou dráždivost. Užití těchto reakcí jako odpověď CNS na chladivý podnět využíváme léčebně příkladem na periferní parézy [9].

3.5.3 Druhy kryoterapie

Kryoterapii můžeme od ostatních procedur negativní termoterapie odlišit aplikovanou teplotou. Za kryoterapii totiž považujeme procedury, při kterých dosahujeme -100 °C a níže. Užití nízkých teplot u kryoterapie je prováděno zpravidla na krátkou dobu. Ta se může pohybovat mezi 1-10 minutami, v závislosti na druhu kryoterapie. Aplikace chladu v rámci terapie může probíhat několika formami. Pokud je chlad použit na celé tělo, hovoříme o celkové kryoterapii, pokud jen místně, jedná se o lokální kryoterapii [11].

Kryokomora

Při této terapii se aplikovaná teplota pohybuje v rozmezí -110 až -180 °C. Extrémní chlad je užit většinou jako hluboký suchý mráz. Terapie probíhá ve speciálním zařízení, které umožňuje podstoupit aplikaci 1-6 osobám současně. Funkční složkou je zde kapalný dusík, uměle vytvořený kapalný vzduch nebo elektricky poháněná chladící soustava. Samotná procedura ve své klasické podobě probíhá zprvu v předkomoře a teprve poté v komoře hlavní. Předkomoru můžeme vnímat jako přípravu těla, adaptaci na výrazně nižší teploty. Teplota se zde pohybuje v rozmezí -20 až -50 °C a osoby zde pobudou zhruba 1 minutu. Poté se přechází do hlavní komory, u které je délka procedury od 1 do 3 minut, s teplotou -130 až -180 °C. Terapie využívá následných reakcí organismu na extrémní chlad, kdy dochází k velkému prokrvení, dlouhodobé reaktivní kožní dilataci, čímž se zvýší látková výměna a urychlují se tak hojivé procesy. Další oblastí účinku je vliv na inhibici nociceptorů, čímž se tlumí bolest.

Vyplavení velkého množství endorfinů má poté za následek poaplikační euforii. Vhodné a doporučené je krátkodobé cvičení nedlouho po proceduře [5; 11].

Kryosauna

Jednokomorová kryokomora se na nazývá kryosaunou. Oproti klasické se tak liší tím, že terapie v ní probíhá jen pro jednu osobu. Ta je umístěna na speciálním pohyblivém „pódiu“, aby se u každého pacienta individuálně nastavila správná výška. Hlava totiž musí být mimo aplikační komoru [11].

Lokální kryoterapie

Terapie probíhá na konkrétním postiženém místě. Speciální přístroje za pomoci fukaru aplikují studený vzduch, přičemž modernější přístroje v sobě mají i speciální kapalná média, jako kysličník uhličitý, nebo tekutý dusík. Ten během aplikace mění skupenství na plynné a dosahuje se díky tomu aplikačních teplot až -180 °C. U kysličníku uhličitého je to poněkud více (-75 °) a u studeného vzduchu je rozdíl teplot ještě znatelnější (pouze -30 °C). Dle zvolené hlavní účinné složky, a tím pádem i dle dosahované teploty, se tak odvíjí doba aplikace. Ta tak může být v rozmezí 3-10 minut u vzduchu, u kysličníku uhličitého 3 minuty, a u plynného dusíku 0,5-1 minuta. Záleží však i na nastavených parametrech daných aplikací. V závislosti na diagnóze se aplikace může provádět i několikrát denně, a to mnohdy i v řádech týdnů, jako by tomu bylo v případě revmatických onemocnění [11].

Přístroje lokální kryoterapie

Využívané přístroje pro lokální kryoterapii se od sebe v zásadě moc neliší. Nejsou prostorově náročné a potřebné je zejména připojení k elektrické síti. Některé z přístrojů fungují pouze jako fukar studeného vzduchu, zatímco

profesionálnější typy, které užívají i kapalného dusíku, dosahují podstatně nižších aplikačních teplot. Ty se pohybují až okolo -150 °C. Přístroje užívající kapalného média (dusíku) fungují na principu jeho přeměny na plynnou formu přímo během terapie. Důležité je zmínit, že při dlouhodobějším nepoužívání přístroje dochází k přeměně kapalné formy na plynnou, která pozvolně skrze aplikační hlavici uniká. Jedná se o přirozený jev a je nutné z tohoto důvodu trysku neucpávat. Zároveň je vhodné pro minimalizaci úniku média provádět alespoň 10 aplikací denně, což odpovídá spotřebování celého zásobníku během několika dní [10].

4 METODIKA

4.1 Sběr dat

Všechny informace o pacientech, které byly během provádění výzkumu shromážděny, pocházejí ze dvou pracovišť, jež disponují přístroji s kapalným médiem. Nasbíraná data se nevymezovala na konkrétní druhy diagnóz, nýbrž na každý bolestivý stav, který byl indikován k předepsání procedury pacientům, popřípadě jehož léčba byla uhrazena samoplátci. Sběr dat v nestátním zdravotnickém zařízení (NZZ) Rehabilitace Budějovická probíhal během absolvování povinných odborných praxí. Informace pojednávají o subjektivním hodnocení změny stavu bolesti po absolvování jednotlivých procedur.

Vybrané diagnózy

Spektrum indikovaných diagnóz a rozpětí oborů, ve kterých je lokální kryoterapie využitelná, je široké. Uplatnění najdeme v neurologii, ortopedii, revmatologii či ve sportovním lékařství. Použití tohoto druhu terapie se tak nevymezuje pouze na akutní bolestivé stavy, ale pomoci může v různých disciplínách. Indukované diagnózy však byly vybrány právě ze spektra akutních bolestivých stavů, a to díky svému množstevnímu zastoupení a možnosti sdružení některých typů diagnóz do obecné roviny.

Entezopatie

„Enthesis“ označuje degenerativní změnu na šlaše, konkrétně v místě jejího úponu, úponové místo na kosti, hyalinní chrupavku či bursy a jiné přídatné útvary. Entezopatie poté vyjadřuje degenerativní změny v místě úponu šlachy. Existuje akutní forma, která vzniká následkem ojedinělé stereotypní činnosti vedoucí k nadměrnému zatížení. Naopak při dlouhodobé repetitivní činností

dochází k poškozování struktur, která vede k degeneraci tkáně. Tato forma je zvaná chronickou [12].

Ruptury, distenze, kontuze

Poranění měkkých tkání se může objevit izolovaně, nebo jako doprovod fraktur. Svaly, šlachy, krevní cévy, popřípadě i nervy, mohou být postižené rupturou, či poškozením vnější silou. Pokud je při traumatu poškozena i kost, můžou malé fragmenty kostí měkkou tkáň poškodit [13].

Ruptura neboli natržení svalu, se děje převážně nepřímým mechanismem. Jedná se o rozsáhlejší poškození svalové tkáně, které se netýká jen jednotlivých svalových vláken. Ruptury mohou být částečné a úplné, podle čehož se, stejně jako podle lokalizace, volí adekvátní léčba. Tento druh poškození svalové tkáně je ihned rozeznatelný od ostatních, neboť krvácení z postižené části svým rozsahem tvoří téměř okamžitě otok [13].

Pokud dojde k natažení svalu, dochází tak ve většině případů u přechodu mezi svalem a šlachou. Pacienti mohou udávat bolestivost při kontrakci a natažení postiženého svalu. Dalším klinickým nálezem je hypertonus svalu, především při excentrické kontrakci. Příčinou je v drtivé většině nepřímý mechanismus, při kterém dojde k natažení svalových vláken na pokraj jejich možností. Děje se tak buď jednorázovým natažením svalu, nebo dlouhodobým nadměrným zatěžováním [12; 13].

Kontuzi svalu můžeme dělit na zhmoždění, respektive naražení svalové tkáně, a décollement. Poškození druhého typu posunem tkání proti sobě vytvoří cavitu mezi jednotlivými vrstvami svalových skupin, ta se posléze plní krví. Svalová kontuze, která je způsobena střetnutím s objektem, může vést k přímému

poranění nejen svalové tkáně, ale krevních cév či nervů včetně. Terapie se volí zejména podle rozsahu a závažnosti poranění [12; 13].

Dorsalgie

Obecně tímto pojmem můžeme označit bolestivost zad z obtížně rozeznatelných příčin. Nespecifičnost je dána zejména širokou škálou možných příčin a jejich mnohdy obtížného dohledání. Doprovodným znakem pro bolestivost v různých etážích páteře je omezený pohyb, stejně tak může být přítomný neurologický nález, avšak to podmínkou není. Existují též případy, které i přes rozsáhlou diagnostiku neodhalí morfologický nález. Poté hovoříme o idiopatických bolestech, nebo též nespecifických [12].

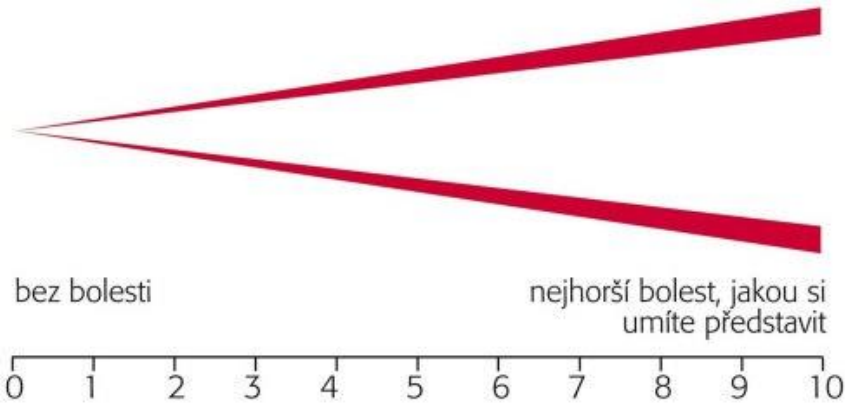
Rozpětí možných příčin bolestí zad je celá řada. Mezi nejvýznamnější patří útlak kořenových nervů při výstupu z míchy, zúžení páteřního kanálu, výhřez meziobratlové ploténky, systémová onemocnění či poranění muskuloskeletárního systému a jeho ligament [12].

4.2 Hodnotící škála

Určujícím faktorem pro zhodnocení efektivity kryoterapie budou subjektivní pocity probandů, jelikož vnímání změny vlastního stavu je jedním z nejdůležitějších aspektů, podle kterého může pacient označit zvolený druh terapie za úspěšný či účinný. Pro sledování subjektivních pocitů bylo zvoleno využití vizuální analogové škály, která se spoustu let používá nejčastěji právě pro hodnocení bolesti.

Hodnotit změnu stavu mohli probandi na desetistupňové škále, kdy známka 0 označovala stav bez potíží, oproti tomu 10 představovala největší bolestivost. Pro sběr dat jsem zvolil tuto vizuální analogovou škálu, protože můžeme přesněji

popsat i nepatrnou změnu stavu, například oproti pětistupňové škále. Každý ze stupňů popisuje momentální bolestivost po aplikaci kryoterapie na postižené místo. Změna zaznamenaného čísla oproti předchozí podstoupené proceduře tedy udává zlepšení, zhoršení, nebo nezměněný stav.



Obrázek 1 - vizuální analogová škála bolesti [14]

4.3 Použité přístroje

Cryogen 3

Přístroj s aplikační dobou 3 minuty. Množství přeměněného kapalného dusíku je přibližně 0,5 litru, což umožňuje provést 45 až 50 zákroků. Počet se liší v závislosti na formě provozu. Dosahovaná teplota aplikovaného média je -165 °C [10].

Obrázek 2 - přístroj Cryogen 3 [15]

Cryo-T Elephant

Tento přístroj pracuje na stejném principu jako Cryogen 3. Užívá navíc zabudovaného senzoru v aplikační hlavici trysky, který měří teplotu pokožky pacienta. Díky tomu má fyzioterapeut provádějící zákrok neustálý přehled o účinnosti aplikace, tedy zdali teplota není potenciálně nebezpečná a nehrozí vznik omrzlin, popřípadě zdali dosahuje potřebných hodnot k adekvátnímu léčebnému účinku. Kapacita pro dusík může být 35 nebo 60 litrů. Nastavitelná intenzita proudu plynu je umožněna v plném rozsahu. Přístroj se ovládá skrze dotykový panel, na kterém se též zobrazují potřebné informace o délce zákroku či aplikované teploty. Dusík se uchovává ve speciální nádobě zvané Dewarův tank. Ten, společně s elektronickou monitorací spotřeby plynu snižuje přirozené ztráty dusíku a umožňuje efektivní plánování jeho dodávky [16].

Obrázek 3 - přístroj Cryo-T Elephant [Zdroj: vlastní]

Obrázek 4 - informační panel přístroje Cryo-T Elephant [Zdroj: vlastní]

Parametry přístroje Cryo-T Elephant byly ve 100 % případech nastavené na 50% intenzitu. Ta se odvíjela čistě od předpisu rehabilitačního lékaře. Aplikace probíhala po dobu 4 minut a dosahovaná teplota se pohybovala okolo – 170 °C. Přístroj navolené parametry uchovává i po odpojení od sítě, a díky rychlému startu je možné s procedurou začít do pár sekund od zapnutí.

4.4 Metody vyhodnocování dat

Pro ověření pravděpodobnosti stanovených hypotéz, účinnosti přístrojů a dále, je nutné provést analýzu dat. Pro zpracování byl využit program Microsoft Excel, jelikož je skrze univerzitu poskytnuta studentům licence a zároveň v něm probíhá výuka základů statistiky a informatiky. Díky tomu jsem získal cenný základ v oblasti výzkumu a statistického zpracovávání dat.

Testování hypotéz

Provádí se ověřování testované (nulové) hypotézy H_0 a alternativní hypotézy H_1. Ta platí v případě, že se nulová hypotéza vyvrátí. Po stanovení hypotéz dochází skrze náhodný výběr k rozhodnutí mezi výroky H_0, nebo H_1. K vyhodnocení dochází za pomoci výběrových statistik, které jsou funkcemi náhodného výběru. Výsledkem může být buď vyvrácení hypotézy nulové, přičemž platí alternativní, nebo dochází k nezamítnutí zmiňované testové hypotézy [17].

Při vyhodnocování nasbíraných dat může docházet samozřejmě i k chybám. V situaci, kdy zamítneme hypotézu, která je však platná, hovoříme o chybě prvního druhu. Naopak při nezamítnutí nepravdivé hypotézy jde o chybu druhého druhu. S chybou, respektive s určitou pravděpodobností, že k ní dojde, se musí počítat. Tuto pravděpodobnost, označovanou jako hladinu statistické významnosti značíme α. Nejčastěji zvolenou hodnotou α je 0,05, nebo 0,1, ale

nemusí to být pravidlem, neboť záleží na povaze testu. Hladina významnosti byla pro všechny testy ve studii stanovena na 5 % [17; 18].

Po určení obou hypotéz a hladiny významnosti volíme výběrovou statistiku, tedy funkci náhodného výběru, pro určení platnosti nulové hypotézy. Následně se provede daný experiment. Výsledky porovnáváme s tzv. kritickým oborem, tedy intervalem vymezený kritickými hodnotami. Ty můžeme označit jako kvantily rozdělující dané testové kritérium [18].

F-test

Před tím, než se získaná data použijí k ověření pravděpodobnosti testovaných hypotéz, je potřeba určit, zdali mají data zhruba shodný rozptyl náhodných veličin. K tomu slouží test o shodnosti rozptylů, který shodnost rozptylů ukáže. F-test se využívá u dvou nezávislých výběrů. V mé práci proto bude použit před otestováním efektivity obou přístrojů a následné srovnání se zahraniční studií [18].

T-test

Po použití F-testu zjistíme, zdali jsou rozptyly souborů homogenní, či ne. Díky znalosti výsledku tohoto testu, respektive p-hodnoty, můžeme následně zvolit adekvátní testovou statistiku, skrze kterou data otestujeme. Užití dvouvýběrového t-testu je podmíněno normalitou rozdělení pravděpodobnosti a shodností rozptylů. Jsou-li rozptyly dvou nezávislých souborů shodné, zvolíme dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů. Pokud jsou rozptyly odlišné, volíme dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů [18].

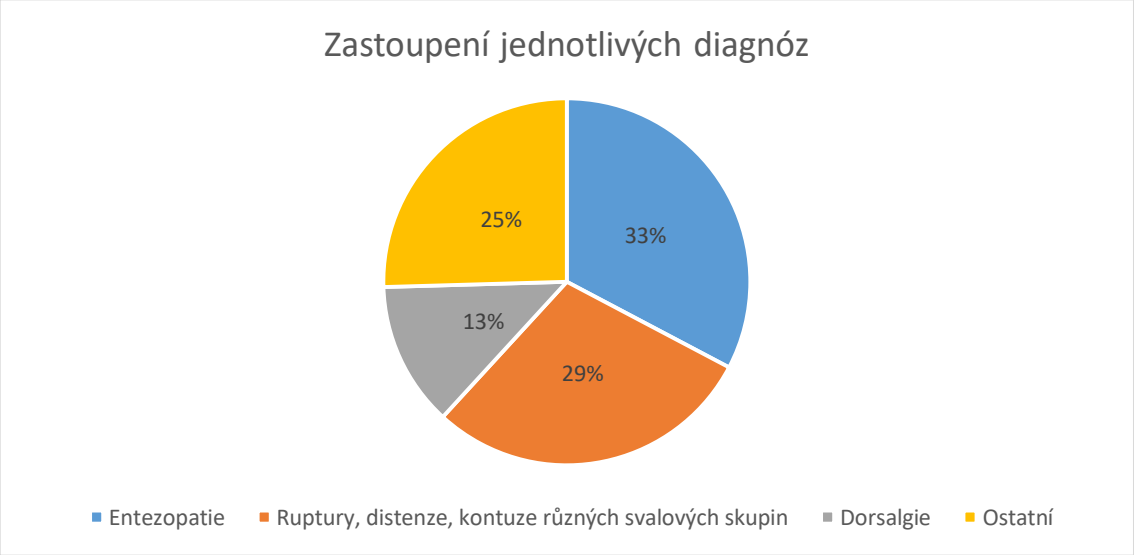
Při párovém pozorování, kdy mají sledovaná data společný prvek, jakým je v tomto případě přístroj na kryoterapii, bude použit tzv. dvouvýběrový párový

t-test na střední hodnotu. Cílem tohoto testu o rozdílu párových pozorování je ověřit, zdali se zmíněné střední hodnoty liší o předem danou hodnotu. V případě testování v rámci jednoho přístroje kryoterapie nás tedy zajímá rozdíl první a poslední aplikace, kterou probandi podstoupili [17; 18].

5 SPECIÁLNÍ ČÁST

5.1 Probandi

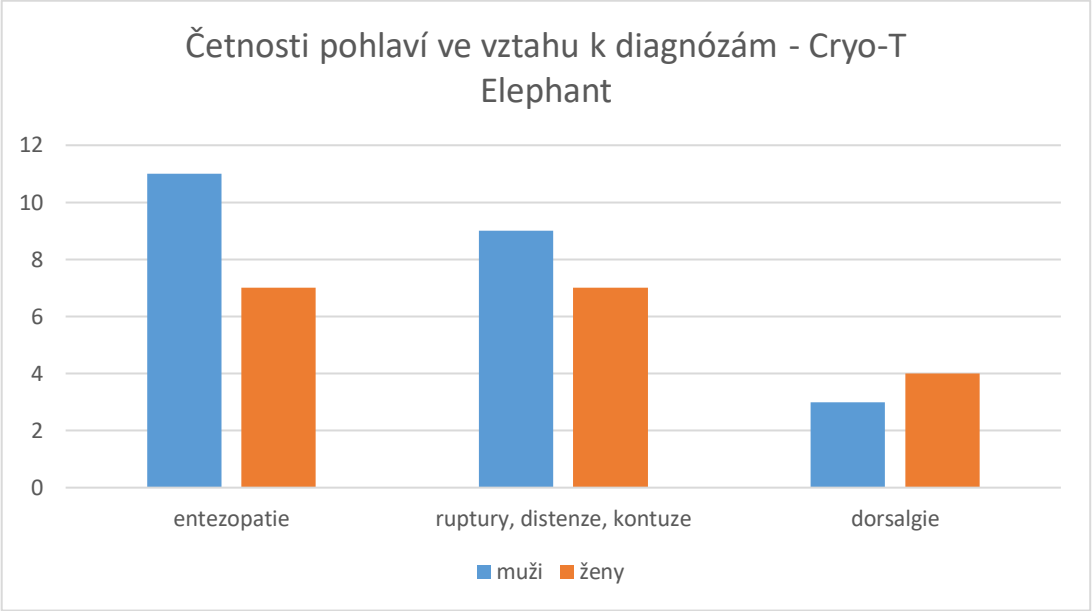
Přístrojem Cryo-T Elephant bylo celkově ošetřeno 59 pacientů. Jedním z kritérií pro zařazení do studie bylo absolvování deseti procedur. Toto kritérium splňovalo 55 lidí, tedy 93 %. Diagnózy vybrané pro zkoumání byly zastoupené v celkovém počtu 41 probandů. Výskyt zkoumaných diagnóz můžeme vyčíst z přiloženého grafu na obrázku č. 5. Z celkového souboru dat bylo nejvíce entezopatií, se kterou se léčilo 33 %, tedy 18 probandů. Poškození různých svalových skupin bylo zastoupeno 29 %, v počtu 16, a s dorsalgií podstoupilo léčbu 7 pacientů, což je 13 %. Zbytek diagnóz nebyl pro nízký výskyt zařazen do užšího výběru, z tohoto důvodu jsou všechny označeny ve zmiňovaném obrázku jako „ostatní“.



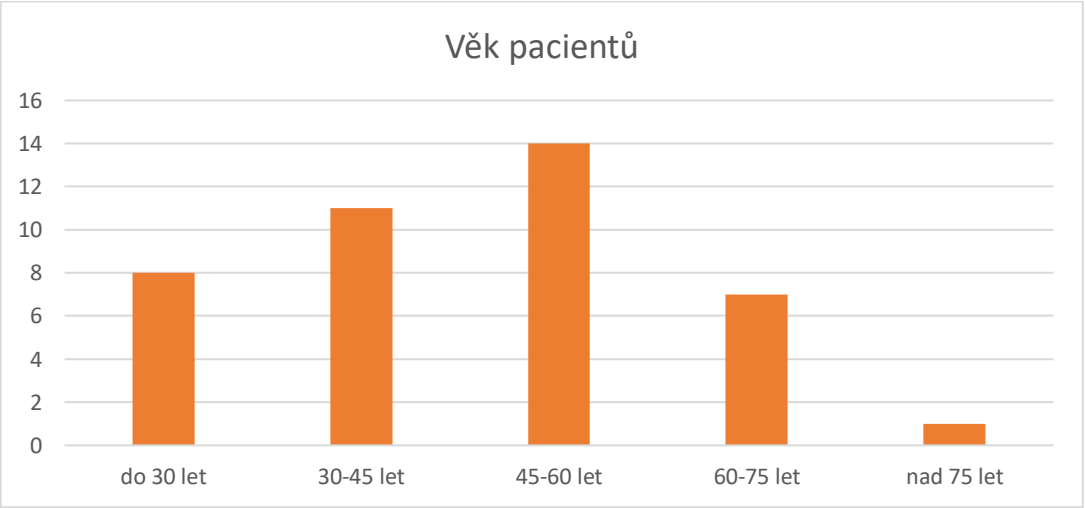
Obrázek 5 - zastoupení jednotlivých diagnóz ošetřených přístrojem Cryo-T Elephant

Celkový počet 41 probandů se dělil na 18 žen a 23 mužů. Obrázek č. 6 nám umožňuje nahlédnout podrobněji na zastoupení pohlaví u jednotlivých diagnóz. S entezopatií se léčilo celkem 11 mužů a 7 žen. Stejně jako u entezopatií, muži byli v početnějším zastoupení i u různých druhů poškození svalové tkáně. Celkem

šlo o 9 probandů, žen bylo 7. Obrázek ukazuje, že dorsalgie je jedinou skupinou, kde ženy svým počtem převyšují muže.



Obrázek 6 - četnosti pohlaví - Cryo-T Elephant



Obrázek 7 - věkové rozložení probandů ošetřených přístrojem Cryo-T Elephant

Na VAS desetistupňové škále docházelo v průměru ke zlepšení o 5,48 bodu. Sloupcový graf na obrázku č. 7 ukazuje věkové rozložení probandů. Vyplývá z něj, že nejčastěji byli přístrojem ošetření pacienti ve věku 45–60 let, a to v celkovém počtu 14 probandů.

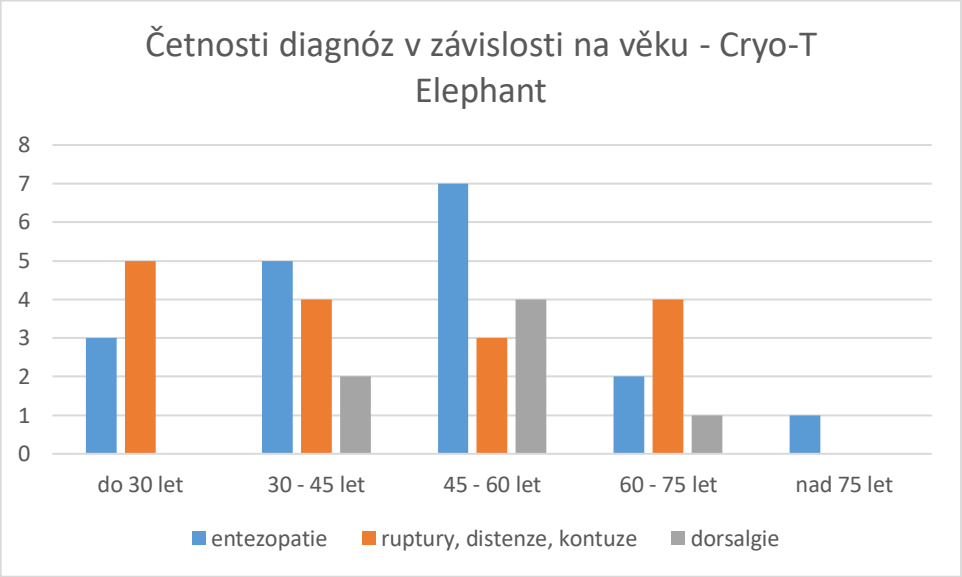
Tabulka 1 - věkové rozdělení pacientů - Cryo-T Elephant

Věkové rozdělení pacientů – Cryo-T Elephant		
věkové rozmezí	počet	%
do 30 let	8	19,5
30–45 let	11	26,8
45–60 let	14	34,1
60–75 let	7	17,0
nad 75 let	1	2,4

Bližší náhled do věkového rozdělení probandů umožňuje tabulka č. 1. Pro přehlednost byli pacienti rozřazeni do pěti věkových kategorií po 15 letech. Dolní hranici tvoří lidé pod 30 let, oproti tomu horní hranici nad 75 let. Jak již bylo zmíněno, nejpočetnější věková skupina byla ve věku 45-60 let, s celkovým zastoupením 34,1 %.

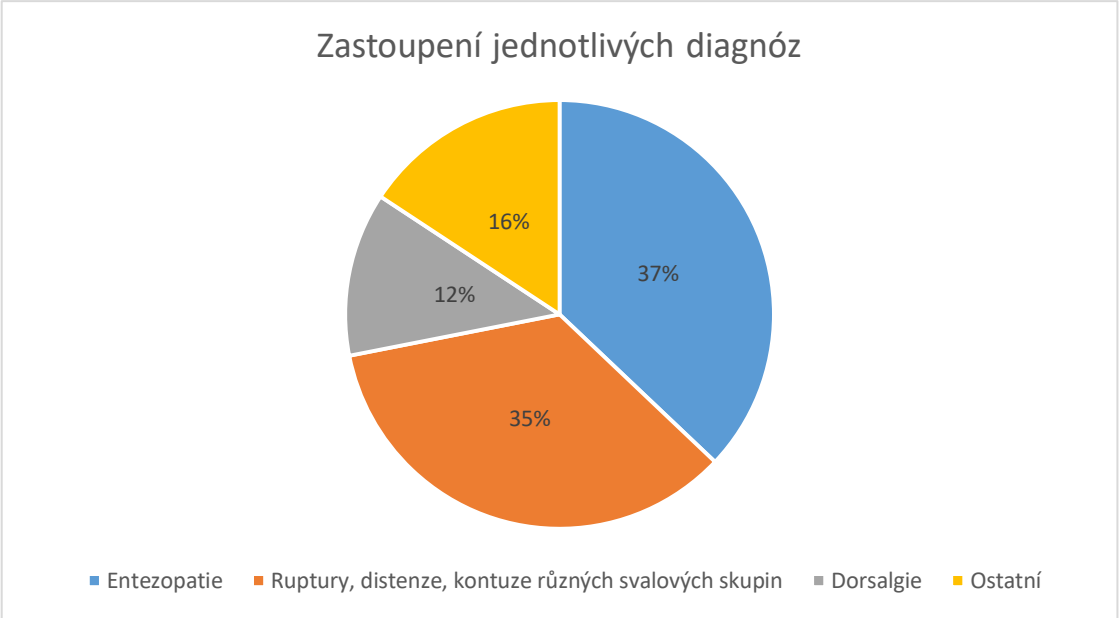
Díky rozřazení do věkových skupin je možné sledovat výskyt diagnóz v závislosti na věku. Pro lepší přehled byl vytvořen graf viz obrázek č. 8, který ve sloupcích znázorňuje početné zastoupení ve vztahu k jednotlivým diagnózám. Nejnižší věkovou skupinu postihla nejvíce různá poranění svalů. Celkem šlo o 5 probandů. Ve věkových skupinách od 30 – 45 let a 45 – 60 let naopak převládá entezopatie. V první ze zmiňovaných skupin jde o 5 pacientů, u druhé dokonce o 7. V prostřední věkové skupině je navíc viditelné, že entezopatie značně převládají ve svém zastoupení. Z obrázku je patrné, že

i dorsalgie mají největší četnost ve skupině 45 – 60 let. Jejich výskyt můžeme pozorovat též o jednu věkovou kategorii níže a výše. Na přístroji Cryo-T Elephant byly pouze entezopatie zastoupené ve všech věkových skupinách.



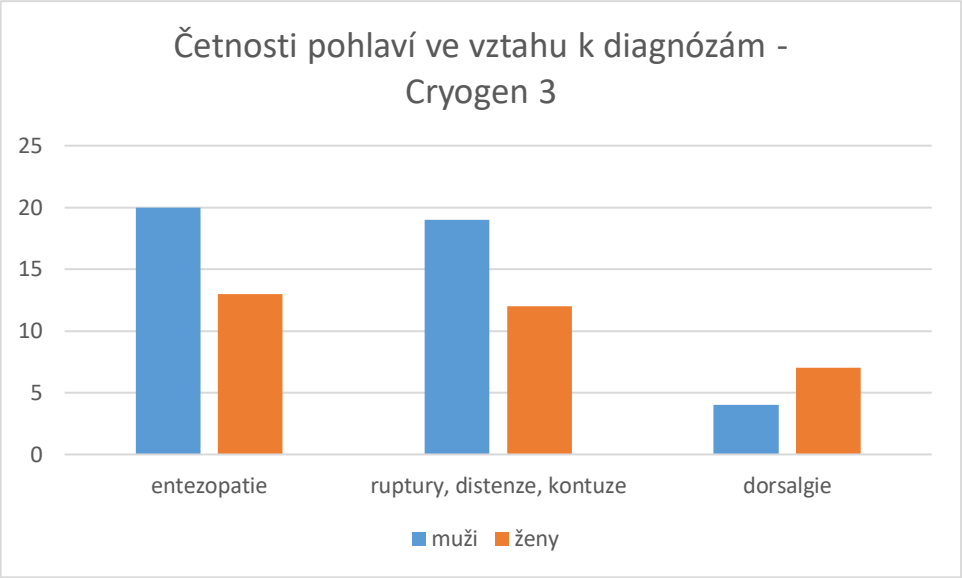
Obrázek 8 - věkové zastoupení u diagnóz - Cryo-T Elephant

Druhý soubor dat se sestává z probandů, kteří byli léčeni přístrojem Cryogen 3. Celkem byla nasbírána data o 89 pacientech, z nichž všichni splnili kritérium podstoupení deseti aplikací. Průměrné zlepšení při ošetření přístrojem Cryogen 3 bylo o 6,25 bodu. Zkoumané diagnózy byly zastoupeny v počtu 75 případů, z čehož bylo 32 žen a 43 mužů. Stejně jako u terapie přístrojem Cryo-T Elephant, i zde se vyskytovaly nejvíce entezopatie, a to v počtu 33 případů, tedy 37 %. Dále celkem 31 lidí podstoupilo terapii kvůli rupturám, natažení či zhmoždění různých svalových skupin, což je 35 % z celkového souboru. Dorsalgie se vyskytovaly ve 12 % případů, což odpovídá počtu 11 probandů. Detailní náhled nám poskytne obrázek č. 9.

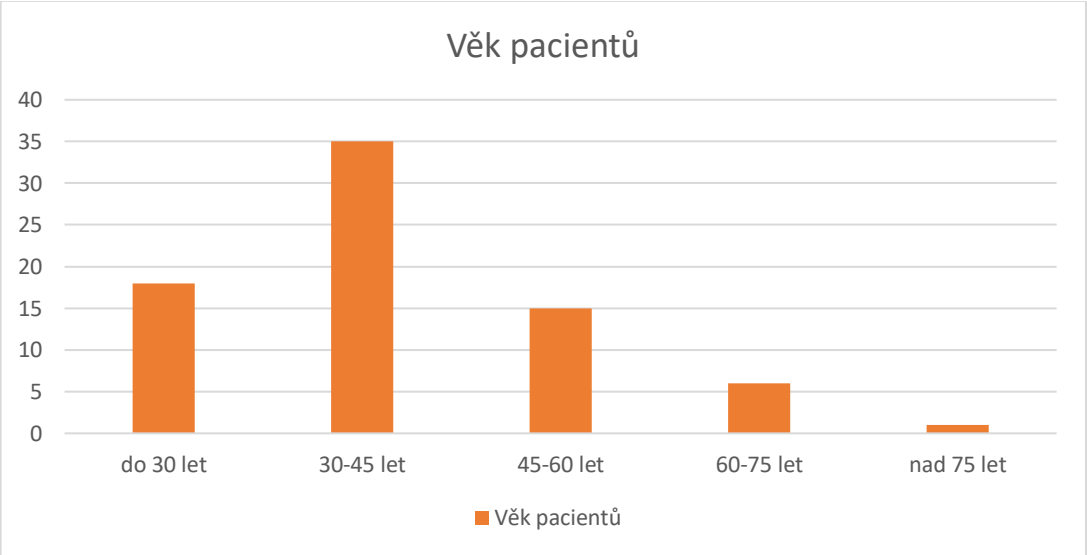


Obrázek 9 - zastoupení jednotlivých diagnóz na přístroji Cryogen 3

Koláčový graf viz obrázek č. 10 znázorňuje zastoupení pohlaví v závislosti na jednotlivých diagnózách u Cryogen 3. Kvůli entezopatiím podstoupilo terapii 20 mužů a 13 žen. V o něco menším zastoupení, v počtu 19 probandů, se muži léčili kvůli poraněním svalů. Žen bylo 12. Zajímavým poznatkem je, že stejně jako u přístroje Cryo-T Elephant, i zde s podstoupenou léčbou kvůli dorsalgiím převládají ženy, jichž bylo 7 a muži 4.



Obrázek 10 - četnosti pohlaví - Cryogen 3



Obrázek 11 - věkové rozložení pacientů - Cryogen 3

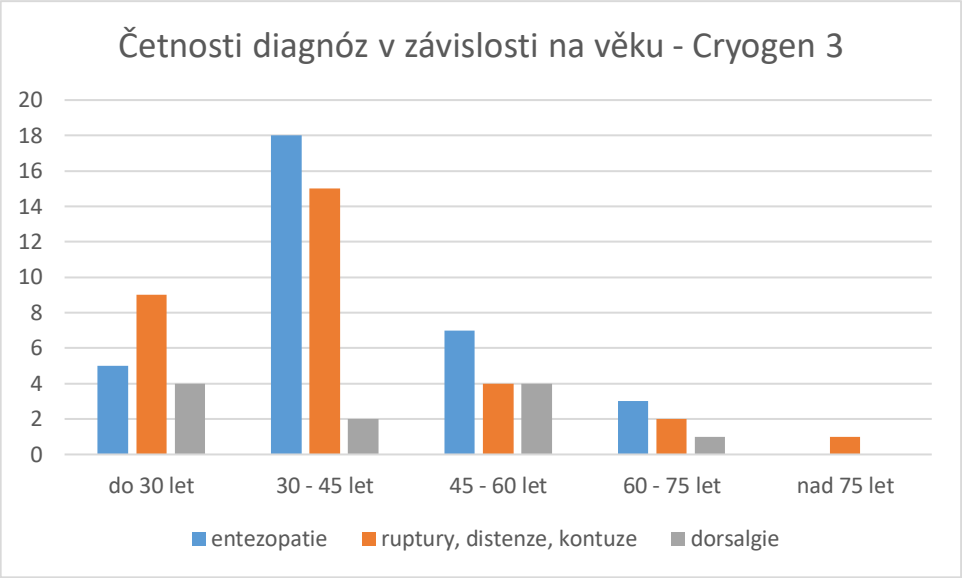
Poměr zastoupení jednotlivých věkových skupin nám ukazuje obrázek č. 11. Je patrné, že zde byla v největší míře zastoupena věková skupina od 30-45 let, a to počtem 35 probandů, což je 46,6 % z celkového souboru. Pro úplnost je zde

přiložena i detailnější tabulka č. 2, viz níže, pojednávající o početném a procentuálním zastoupení věkových skupin v souboru probandů.

Tabulka 2 - věkové rozdělení pacientů - Cryogen 3

Věkové rozdělení pacientů – Cryogen 3		
věkové rozmezí	počet	%
do 30 let	18	24,0
30–45 let	35	46,6
45–60 let	15	20,0
60–75 let	6	8,0
nad 75 let	1	1,3

Obrázek č. 12 poskytuje detailnější přehled o výskytu diagnóz v závislosti na věku. Zcela nejpočetnější je věková skupina 30 – 45 let. Z celkového souboru dat je v této skupině nejvíce zastoupená entezopatie, v počtu 18 probandů, ale i různá poškození svalů, jako jsou ruptury, distenze či kontuze, a to v počtu 15 pacientů. S dorsalgií byli v tomto věkovém rozmezí léčeni pouze dva probandi. V první skupině bylo nejvíce lidí léčených se zmiňovaným poškozením svalů, celkem šlo o 9 probandů. Kvůli bolestem v oblasti páteře podstoupili léčbu 4 pacienti do 30 let a s entezopatií byl počet 5 probandů. Ta je v největším počtu zastoupena nejen ve druhé věkové skupině, ale též ve třetí a čtvrté. Poškození svalu v tomto souboru dat postihlo všechny věkové skupiny.



Obrázek 12 - věkové zastoupení u diagnóz - Cryogen 3

5.2 Vyhodnocená data

Tato kapitola pojednává o výsledcích testových statistik. Ty byly použity s cílem prokázat účinnost jednotlivých přístrojů a následně k porovnání jejich efektivity mezi sebou. Pro všechny provedené testy byla zvolena hladina významnosti 5 %.

Pro ověření hypotézy, že přístroj Cryo-T Elephant statisticky významně přispívá k tlumení bolesti akutních bolestivých stavů, byl využit párový t-test na střední hodnotu. Zvolen byl, neboť je daný přístroj společným prvkem testovaných dat. Jak již bylo zmíněno, kritériem pro zařazení do studie bylo absolvování deseti procedur kryoterapie. Jedním souborem vstupních dat párového t-testu byl proto výchozí stav, druhým stav konečný po absolvování léčebné kúry.

Tabulka 3 - párový t-test na střední hodnotu pro Cryo-T Elephant

	Soubor 1	*Soubor 2*
Stř. hodnota	7,51	2,02
Rozptyl	2,55	0,92
Pozorování	41	41
Pears. Korelace	0,52	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	40	
t Stat	25,79	
P(T<=t) (1)	<0,00001	
t krit (1)	1,68	
P(T<=t) (2)	<0,00001	
t krit (2)	2,02	

Výsledek zvoleného testu můžeme vidět v tabulce 4. Na základě 5% hladiny významnosti zamítáme nulovou hypotézu, neboť p-hodnota je výrazně nižší než α (0,05). Rozdíl párového pozorování prokázal statisticky významný rozdíl mezi vstupními hodnotami, což potvrzuje znatelnou účinnost užití přístroje a my tak přijímáme alternativní hypotézu.

Tabulka 4 - párový t-test na střední hodnotu pro Cryogen 3

	Soubor 1	*Soubor 2*
Stř. hodnota	8,4	2,14
Rozptyl	2,08	1,07
Pozorování	75	75
Pears. Korelace	0,37	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	74	
t Stat	38,01	
P(T<=t) (1)	<0,00001	
t krit (1)	1,66	
P(T<=t) (2)	<0,00001	
t krit (2)	1,99	

Stejnému postupu byla též podrobena získaná data z přístroje Cryogen 3. Výsledek párového t-testu i zde prokázal statisticky významný rozdíl mezi vstupními hodnotami.

Jelikož u obou přístrojů bylo možné přijmout alternativní hypotézy, tedy že se výrazně podílejí na tlumení bolesti, přešel jsem k porovnávání efektivity obou přístrojů. Pro zvolení vhodné testové statistiky bylo potřeba provést F-test, neboť vstupní data budou z nezávislých výběrů.

Tabulka 5 - výsledek výběrové F-test pro rozptyl

Dvouvýběrový F-test pro rozptyl

	Cryo-T Elephant	*Cryogen 3*
Stř. hodnota	4,98	5,47
Rozptyl	1,50	1,34
Pozorování	41	75
Rozdíl	40	74
F	1,12	
P(F<=f) (1)	0,32	
F krit (1)	1,55	

Na základě provedeného F-testu (tabulka 6) nemůžeme vyloučit možnou shodu rozptylů. Na základě 5% hladiny významnosti tak nezamítáme nulovou hypotézu. Díky výsledku F-testu je nyní možné vybrat vhodnou testovou statistiku, která je v tomto případě dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů.

Tabulka 6 - dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů - porovnání efektivity přístrojů

	Cryogen 3	*Cryo-T Elephant*
Stř. hodnota	6,25	5,48
Rozptyl	2,02	1,85
Pozorování	75	41
Společný rozptyl	1,96	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	114	
t Stat	2,80	
P(T<=t) (1)	<0,00001	
t krit (1)	1,65	
P(T<=t) (2)	<0,00001	
t krit (2)	1,98	

Výsledek zvoleného testu je viditelný v tabulce č. 7. Rozdílnost efektivity je znatelná i z odhadovaných středních hodnot. Statisticky významnější efektivitu přístroje Cryogen 3 pak potvrzuje především provedená testová statistika, neboť p-hodnota jednostranného testu je znatelně nižší než hladina významnosti a hodnota testové statistiky je vyšší než testová hodnota. Na hladině významnosti 5 % tak zamítáme nulovou hypotézu. Můžeme tedy prohlásit, že efektivita přístroje Cryogen 3 je statisticky významnější, než u přístroje Cryo-T Elephant.

6 VÝSLEDKY

Data získaná v průběhu výzkumu poskytla dostatek informací, aby na jejich základě bylo možné udělat závěry ohledně vytyčených hypotéz. Ve studii bylo zahrnuto celkem 116 pacientů, kteří byli léčeni pomocí dvou odlišných přístrojů kryoterapie. Z celkového souboru dat, viditelného na obrázku č. 5, byly vybrány diagnózy stejných etiologií a sdruženy do tří obecných, a to jmenovitě entezopatií, poškození měkkých tkání a dorsalgií.

Hypotéza 1

$H1_0$: Přístroj Cryo-T Elephant nemá statisticky významný vliv na tlumení bolesti akutních bolestivých stavů.

$H1_A$: Využitím přístroje Cryo-T Elephant lze dosáhnout statisticky významného analgetického efektu u akutních bolestivých stavů.

p-hodnota = <0,00001

Na hladině významnosti 5 % přijímáme alternativní hypotézu. Výsledky provedeného testu, které jsou viditelné v tabulce č. 4 ukázaly, že přístroj Cryo-T Elephant svým účinkem významně přispívá při tlumení bolesti.

Hypotéza 2

$H2_0$: Přístroj Cryogen 3 nemá statisticky významný vliv na tlumení bolesti akutních bolestivých stavů.

$H2_A$: Analgetický efekt přístroje Cryogen 3 statisticky významně přispívá k tlumení bolesti u akutních bolestivých stavů.

p-hodnota = <0,00001

Na hladině významnosti 5 % přijímáme alternativní hypotézu. Provedený test, viditelný v tabulce č. 5 ukázal, že přístroj Cryogen 3 svým účinkem významně přispívá k tlumení bolesti.

Hypotéza 3

$H3_0$: Analgetický efekt přístrojů Cryo-T Elephant a Cryogen 3 je shodný.

$H3_A$: Efekt přístroje Cryogen 3 dosahuje statisticky významnějšího analgetického účinku, než přístroj Cryo-T Elephant.

p-hodnota = <0,00001

Na hladině významnosti 5 % přijímáme alternativní hypotézu. Test z tabulky č. 7 potvrzuje, že přístroj Cryogen 3 dosahuje signifikantnějšího analgetického účinku, než Cryo-T Elephant.

7 DISKUZE

Dnešní medicína nabízí na většinu zdravotních problémů celou řadu účinných řešení. Skrze rozsah a závažnost těchto problémů, nebo odlišnost každého z nás, je třeba zvolit adekvátní postup léčby. Některé druhy terapie však mohou mít svá úskalí jako finanční náročnost, nadměrnou zátěž pro organismus, nebo četné kontraindikace a vedlejší účinky. Užití mnoha fyzikálních metod v terapii se tak jeví jako vhodná pomocná léčba, neboť většině z nich nestojí v cestě velké množství kontraindikací a je pacienty dobře snášena. Samozřejmě se nedá hovořit o převratné alternativě, avšak užití vhodně fyzikální léčebné metody nabízí podporu v urychlení regenerace, zpomalení zánětlivých procesů, snížení svalového tonu, a hlavně při tlumení bolesti.

Ve zmiňovaných oblastech může vypomoci i lokální kryoterapie. Její účinnost dokládá značné množství provedených studií z různých oblastí a výhodou jsou i další aspekty. Procedura není časově náročná, neboť aplikace kryoterapie ve formě fukaru trvají do 10 minut. Finanční dostupnost je též neopomenutelnou výhodou. Z výčtu účinků se nejvíce zmiňuje ten analgetický. Většina z dostupných studií jej zaznamenává v hojně používané vizuální analogové škále v různých velikostech.

V této bakalářské práci bylo cílem zjistit, zdali může být užití kryoterapie vhodnou alternativou v léčbě bolestí akutních bolestivých stavů, a bylo tak možné vyhnout se v dnešní době populárnímu nadužívání analgetik. Práce též srovnávala efektivitu dvou zkoumaných přístrojů, kterými byla aplikace sledovaná sběrem dat provedena.

Použití testové statistiky ukázalo statisticky významné rozdíly v hodnocení bolesti mezi první a poslední podstoupenou terapií u obou přístrojů. Na VAS desetistupňové škále došlo u obou přístrojů ke zlepšení o více jak 5 stupňů

(přístroj Cryo-T Elephant 5,48 bodu, Cryogen 3 dokonce 6,25). Lze tak prohlásit, že užití kryoterapie se jeví jako vhodnou volbou při tlumení bolesti. Snížení bolestivosti provázelo všechny probandy, kteří léčbu podstoupili, nezávisle na diagnózách, se kterými se léčili. Následné porovnání obou přístrojů potvrdilo větší efektivitu přístroje Cryogen 3.

Pro zjevnou účinnost kryoterapie při tlumení bolesti hovoří mnoho zahraničních zdrojů. Studie ze Šanghajské Jiaotong univerzity a Sixth People's Hospital od autorů Shi-Yang Yu, Shuai Chen a spol., zkoumala efekt kryoterapie po artrolýze lokte na bolest, krevní ztrátu, spotřebu analgetik, rozsah pohybu a funkčnost lokte z dlouhodobého hlediska [19]. Tato prospektivní studie sbírala data na pacientech mezi 18 a 70 lety. Ze studie byla vyřazena ztuhlost spojená s lokálními výpadky čití, revmatoidní artritidou, Raynaudova nemoc, nesnášenlivost chladu či periferní cévní nemoci. Data byla nasbírána celkem na 59 pacientech (27 žen, 32 mužů), kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Jedna podstupovala aditivní kryoterapii, druhá představovala kontrolní skupinu. Pooperační léčba experimentální skupiny byla aplikována skrze kryo-manžetový systém, jehož manžeta byla upevněna na operovaný loket. Zařízení obsahuje ledovou vodu, která se při jeho elevaci dostane do manžety skrze pojící hadici. Systém je navržen tak, aby neustále udržoval vodu v manžetě při nízkých teplotách. Použité zařízení poskytovalo navíc přerušovanou kompresi manžety po půl minutách, a tak byla terapie popisována ve studii i s tímto prvkem. Díky druhu použité kryoterapie byla její aplikace v době trvání jedné hodiny, a to minimálně třikrát denně po dobu jednoho týdne ode dne operace. Oboje skupiny podstupovaly též rehabilitační program pod vedením stejného fyzioterapeuta. Bolest byla měřena skrze deseticentimetrovou vizuální analogovou škálu, a to v prvních sedmi dnech po operaci, dále druhý týden a třetí měsíc od operace [19].

Na základě nasbíraných dat byly provedené statistické testy. Ty ukázaly signifikantní rozdíly v hodnocení bolesti v prvním týdnu po operaci oproti kontrolní skupině, a to jak v klidovém stavu, tak při vykonávání pohybu. S tím byla prokázána i snížená konzumace analgetik. U měření bolesti v druhém týdnu a třetím měsíci po operaci nebyly zaznamenané statistické rozdíly. Ty nebyly prokázané ani ve vztahu ke krevním ztrátám, vlivu na rozsah pohybu, nebo zaléčení tkáně. Limitujícím faktorem, který zmiňují i samotní autoři je malá velikost vzorku. Menší počet pacientů zahrnutých do studie může i přes silné stránky měření vést k nepříliš přesvědčivým výsledkům. Prokazatelný analgetický účinek je však ve shodě s výsledky této práce [19].

Pilotní studie uveřejněná v deníku chiropraktické medicíny (Journal of Chiropractic Medicine), jejímiž autory jsou Nadia Richer a spol, se zaobírala využitím kryoterapie jako podpůrné léčby k manuální terapii pacientů s chronickou laterální epiondylitidou [20]. Cílem bylo zjistit jakou proveditelnost terapie má, tedy jestli může mít kryoterapie při aplikaci vedlejší účinky, nebo kolik pacientů dle předpisu dokončí proceduru. Dále autoři zjišťovali efekt na běžné dopady ústící z chronické laterální epikondylitidy [20]. Probandi byli rozděleni do dvou skupin, přičemž kontrolní skupina v počtu 18 byla léčena manuální terapií. Ta se sestávala z ischemické pressury myofasciálních bodů lokalizovaných na předloktí a mobilizace hlavičky radia. Experimentální skupina, ve které bylo 19 probandů, navíc po manuální terapii podstoupila kryoterapii z hyperbarického plynného zařízení. Data byla měřena dle vizuální analogové škály, pomocí PFGS (pain-free grip strength) testu, a PRTEE (Patient Rated Tennis Elbow Evaluation) dotazníku. Měření probíhala na začátku terapií, po poslední (osmé) proceduře, a po třech měsících. Klinické výsledky nebyly v žádné ze sledovaných oblastí statisticky významně odlišné u experimentální skupiny oproti kontrolní. Signifikantní rozdíly byly ale pozorované u obou skupin v závislosti na čase u VAS škály a PRTEE dotazníku. Na skóre u PFGS

nebyl vliv prokázaný. Limitujícím faktorem studie je do určité míry rozhodnutí posoudit efekt kryoterapie v rámci podpůrné léčby k manuální terapii, která je totiž mnoha studiemi považována jako účinná, a tak sami autoři připouštějí, že účinnost konzervativní léčby mohla zastínit případné benefity kryoterapie [20].

Výsledky pilotní studie tak v tomto případě nepotvrzují účinnost kryoterapie na tišení bolesti. Nutné je však zmínit, že provedený výzkum probíhal na chronické formě laterální epikondylitidy, a tak autoři navrhují do budoucna zvážit zhodnocení kryoterapie u této diagnózy bez konzervativní léčby, nebo zjištění účinnosti v akutní formě onemocnění [20].

K zajímavým výsledkům došli vědci Morteza Dehghan a Farinaz Farahbod z Íránu. Ti zhodnocovali analgetické využití termoterapie a kryoterapie při akutních bolestech dolních zad [21]. Do studie bylo zahrnuto celkem 87 pacientů ve věkovém rozmezí 20-50 let, kteří byli náhodně rozděleni do dvou experimentálních skupin a jedné kontrolní, každá čítající 29 pacientů. Všem třem skupinám bylo podáváno analgetikum Naproxen v dávce 500 mg dvakrát denně. Toto rozhodnutí vycházelo z etických zásad, neboť autoři nepovažovali za vhodné užití pouze termoterapie a kryoterapie, které jsou považovány za čistě podpůrný typ léčby [21]. Skupina podstupující termoterapii byla léčena lahví s horkou vodou dvakrát denně na postižené místo po dobu 20 minut. Terapie kryoterapií byla aplikována v podobě ledování se stejnou frekvencí. Kontrolní skupina dostávala pouze zmíněné analgetikum. Data byla získávána v podobě McGillova dotazníku bolesti. Data se sbírala před zahájením terapie, třetí, osmý a patnáctý den od první návštěvy. [21]

Vyhodnocená data ukázala významné zmírnění bolesti ihned při druhém měření u experimentálních skupin oproti kontrolní. Intenzita bolesti se dle záznamu snížila více u skupiny podstupující termoterapii. Tento rozdíl se objevil

i u třetího a čtvrtého měření, přičemž se ještě zvětšil. Z hlediska efektivity se tak jeví účinnější užití termoterapie. Každopádně dle testových statistik oboje experimentální skupiny dosahovaly signifikantně lepších výsledků oproti kontrolní a lze je tak považovat za vhodné prostředky k tlumení akutních bolestí dolních zad [21].

Pro efektivitu kryoterapie u poranění měkkých tkání se vyslovila i studie od Leyly Sefiddashti a spol. [22]. Výzkum se zaměřoval na vliv terapie u natažených hamstringů elitních atletů. Do studie bylo zahrnuto 37 atletů a cílem bylo porovnání efektivity kryoterapie a kryoterapie s následným statickým strečinkem. Obě skupiny podstoupily proceduru v době trvání 20 minut. Na postižené místo byl po tuto dobu připevněn ledový sáček připevněný bandáži. Druhá z experimentálních skupin po této proceduře provedla navíc pasivní strečink po dobu 30 sekund, který se s pauzou 10 sekund provedl celkem třikrát. Tento proces byl pod odborným dohledem zopakován pět po sobě jdoucích dní, přičemž probandi byli požádáni o opakování dané terapie v domácím prostředí přibližně každé 3 hodiny, aby byla procedura za den provedena 4 - 5krát. Obě skupiny nepodstupovaly užívání medikament, či jiných druhů léčby, aby se výsledky měření nezkreslily. Data byla sbírána před první a po poslední terapii ve stejný čas. Sbíraná data zahrnovala informace o bolesti, rozsahu pohybu kolenního kloubu a funkční status. Bolest byla měřena pomocí desetistupňové vizuální analogové škály, a to při klidovém stavu i aktivitě [22].

Provedené testy zaznamenaly zlepšení stavu, co se bolesti týče. Měření ukázalo lepší výsledky u skupiny s následným strečinkem, avšak rozdíl nebyl statisticky významný. Zlepšení a rozdíly byly naměřené i u aktivní a pasivní extenze kolene, přičemž pouze u pasivního provedení pohybu se změna ukázala jako signifikantní u léčby kryoterapií s následným strečinkem oproti samotné kryoterapii. Výraznější změny byly u skupiny se strečinkem naměřeny v testu

LEFS (Lower Extremity Functional Scale), který měří funkčnost dolních končetin [22].

Ze závěrů studie můžeme vyvodit, že kryoterapie s následným strečinkem má větší vliv zejména na funkčnost končetiny, avšak v ovlivnění bolesti u tohoto akutního stavu se při tlumení bolesti nejeví signifikantní rozdíly ke kryoterapii samotné, a oba druhy zkoumané terapie přinášejí statisticky významnou změnu v tlumení bolesti. Studie se zaměřila na využití zmíněných druhů léčby na akutní stav v krátkodobém měřítku, díky čemuž chybí podklady pro dlouhodobější efekt těchto terapií. Vzhledem k tomuto faktu nelze vyvodit obecný závěr, že by alespoň jedna z těchto druhů léčby přispěla k rychlejšímu zotavení a návratu k aktivnímu sportu [22].

Výsledky této bakalářské práce jsou ve shodě se zahraničními studiemi, co se akutních stavů týče. Dokazují, že pro ovlivnění bolesti se ukazuje kryoterapie jako účinný prostředek k jejímu tišení. V případě studie zaměřující se na spodní část zad došli autoři k závěru, že vhodnějším typem léčby je pozitivní termoterapie. Faktem však zůstává, že i kryoterapie zaznamenala signifikantní změnu stavu, a tak ji můžeme považovat za účinnou. Užití kryoterapie za účelem docílení analgetického účinku se jeví jako efektivní, a zavedení této terapie do rehabilitačního plánu jako opodstatněné. I přes zjevnou účinnost obou přístrojů, samotný způsob provedení výzkumu přinesl ve svém průběhu i další dodatečné otázky. Může se zvětšovat efektivita terapie v závislosti na vyšší frekvenci a pravidelnosti jednotlivých procedur? Krátí se tím délka rehabilitace? Nekomplikovanost vytyčených cílů práce usnadnila zjištění odpovědí na vyřčené otázky, ale nebylo díky tomu možné vyvodit další závěry, které by efektivitu kryoterapie zhodnotily ve větším měřítku. Při provádění průzkumu zahraniční literatury zmiňovalo mnoho studií analgetický účinek v přímé návaznosti na sníženou spotřebu analgetik. Tato práce se zaměřovala pouze na

subjektivní hodnocení bolesti probandy, přičemž množství užitých léků proti bolesti nezaznamenávala. Budoucí sběr dat a jejich statistické vyhodnocení, které by mohlo být předmětem diplomové práce, však může přinést i další užitečné informace, jež by lépe poukázaly nejen na vztah mezi kryoterapií a spotřebou léčiv, ale příkladem i na zmíněné užití kryoterapie a zkrácení délky rehabilitace.

8 ZÁVĚR

Obecný předpoklad o účinnosti kryoterapie na ovlivnění bolesti byl v této práci potvrzen. I když ve výzkumu nebyly zaznamenány informace o konsumpci medikamentů, lze předpokládat, že užití kryoterapie může při tišení bolesti nahradit užívání analgetik, popřípadě jejich konzumaci snížit. Kladně v tomto směru hovoří zahraniční studie.

Testové statistiky potvrdily účinnost obou přístrojů zahrnutých do výzkumu, přičemž ukázaly i větší efektivitu přístroje Cryogen 3 nad Cryo-T Elephant.

Výsledky zahraničních studií potvrzují dosažené závěry této práce. I když účinnost samotné kryoterapie na funkčnost končetin, nebo rozsah jejich pohybu, může mít stále diskutabilní výsledky, na statisticky významném ovlivnění bolesti se zahraniční studie shodují.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

H_0	nulová hypotéza
H_1	alternativní hypotéza
NSAID	nesteroidní antiflogistika
IASP	International Association for the Study of Pain
CNS	centrální nervová soustava
Tr.	tractus
VAS	vizuální analogová škála
T4	thyroxin
NZZ	nestátní zdravotnické zařízení
PFGS	Pain-free grip strength
PRTEE	Patient Rated Tennis Elbow Evaluation
LEFS	Lower Extremity Functional Scale

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **ŠMUK, Lubomír a Petr STRNAD.** Lokální kryoterapie a celotělová terapie chladem jako alternativa a doplněk léčby bolestivých onemocnění pohybového ústrojí. [Online] 2008. [Citace: 10. 12 2019.] https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2008/09/09.pdf. ISSN 1212-7299.

2. **Ondřej Sláma, Jiří Vorlíček, Pavel Ševčík.** Linkos.cz:Pacient a rodina: Informace pro nemocné trpící dlouhodobou bolestí. *Linkos.cz.* [Online] 27. červen 2011. [Citace: 14. 12 2019.] https://www.linkos.cz/pacient-a-rodina/pece-o-pacienta/lecba-bolesti-1/informace-pro-nemocne-trpici-dlouhodobou-bolesti/. ISSN 2570-8791.

3. **Opavský, J. Specifika a rozdíly ve vyšetřování a v přístupu k pacientům s akutní nebo chronickou bolestí. Solen, 2010, vol. 7, iss. 2, p. 76-79.**

4. **NAVRÁTIL, Leoš.** *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory.* 2. zcela přepracované vydání. Praha : Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0210-5.

5. **PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ.** *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy.* Praha : Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.

6. **OPAVSKÝ, Jaroslav.** *Bolest v ambulantní praxi: od diagnózy k léčbě častých bolestivých stavů.* Praha : Maxdorf, c2011. ISBN 978-80-7345-247-6.

7. **SEIDL, Zdeněk.** *Neurologie pro studium i praxi. 2., přepracov. a dopl. vyd.* Praha : Grada, 2015. 978-80-247-5247--1.

8. **Ivan, DYLEVSKÝ.** *Funkční anatomie.* Praha : Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

9. **ZEMAN, Marek.** *Základy fyzikální terapie.* České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013. ISBN 978-80-7394-403-2.

10. **MLÁDEK, Arnošt.** *Lokální Kryoterapie.* [dokument] Praha : Cryolab, 2016.

11. **NAVRÁTIL, Leoš.** *Fyzikální léčebné metody pro praxi.* Praha : Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-0478-9.

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

13. **KRISCHAK, Gert.** *Traumatology for physical therapist.* New York : Thieme, 2014. 9783131724311.

14. **Hájek, MUDr. Eduard.** *Náplast při léčbě bolesti.* [článek] Praha : Dáma.cz, 7. 2 2008. 1211-6572.

15. **Cryolab, a.s.** cryolab.cz/produkty. *cryolab.cz.* [Online] 2017. [Citace: 30. 4 2020.] https://www.cryolab.cz/produkty/cryogen-3/.

16. **s.r.o., DN FORMED Brno.** *Produkt: Cryo-T Elephant.* [web] Brno : DN FORMED BRNO S.R.O., 2016.

17. **Procházka, Bohumír.** *Biostatistika pro lékaře: Principy základních metod a jejich interpretace s využitím statistického systém r.* Praha : Karolinum, 2015. 9788024627823.

18. **PAVLÍK, Tomáš a Ladislav DUŠEK.** *Biostatistika.* Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2012. 978-80-7204-782-6.

19. **Shi-yang Yu, MD, Shuai Chen, MD, He-de Yan, MD, Cun-yi Fan, MD, PhD.** Effect of Cryotherapy After Elbow Arthrolysis: A Prospective, Single-Blinded, Randomized Controlled Study. *Web of Science.* [Online] Shanghai Jiaotong University Affiliated Sixth People's Hospital, Leden 2015. [Citace: 18. 5 2020.] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25194452/. ISSN 0003-9993.

20. **Nadia Richer, DC, MSc, Andrée-Anne Marchand, DC, MSc, and Martin Descarreaux, DC, PhD.** Management of Chronic Lateral Epicondylitis With Manual Therapy and Local Cryostimulation: A Pilot Study. *Web of Science.* [Online] Journal of Chiropractic Medicine, Prosinec 2017. [Citace: 18. 5 2020.] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29276460/. ISSN 0899-3467.

21. **Morteza Dehghan, Ferinaz Farahbod.** The Efficacy of Thermotherapy and Cryotherapy on Pain Relief in Patients with Acute Low Back Pain, A Clinical Trial Study. *EBSCOhost.* [Online] Journal of Clinical & Diagnostic Research, Září 2014. [Citace: 18. 5 2020.] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4225921/. ISSN 0973-709X.

22. **Leyla Sefiddashti, Nastaran Ghotbi, Mahyar Salavati, Ali Farhadi, Masood Mazaheri.** The effects of cryotherapy versus cryostretching on clinical and functional outcomes in athletes with acute hamstring strain. *Web Of Science.* [Online] Journal of Bodywork and Movement Therapies, Červen 2018. [Citace: 19. 5 2020.] https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30100316/. ISSN 1360-8592.

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - vizuální analogová škála bolesti [14] 28

Obrázek 2 - přístroj Cryogen 3 [15] 29

Obrázek 3 - přístroj Cryo-T Elephant [Zdroj: vlastní] 30

Obrázek 4 - informační panel přístroje Cryo-T Elephant [Zdroj: vlastní] 30

Obrázek 5 - zastoupení jednotlivých diagnóz ošetřených přístrojem Cryo-T Elephant 34

Obrázek 6 - četnosti pohlaví - Cryo-T Elephant 35

Obrázek 7 - věkové rozložení probandů ošetřených přístrojem Cryo-T Elephant 35

Obrázek 8 - věkové zastoupení u diagnóz - Cryo-T Elephant 37

Obrázek 9 - zastoupení jednotlivých diagnóz na přístroji Cryogen 3 38

Obrázek 10 - četnosti pohlaví - Cryogen 3 39

Obrázek 11 - věkové rozložení pacientů - Cryogen 3 39

Obrázek 12 - věkové zastoupení u diagnóz - Cryogen 3 41

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 2 - věkové rozdělení pacientů - Cryo-T Elephant 36

Tabulka 3 - věkové rozdělení pacientů - Cryogen 3 40

Tabulka 4 - párový t-test na střední hodnotu pro Cryo-T Elephant 42

Tabulka 5 - párový t-test na střední hodnotu pro Cryogen 3 42

Tabulka 6 - výsledek výběrové F-test pro rozptyl 43

Tabulka 7 - dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů - porovnání efektivity přístrojů 43

13 SEZNAM PŘÍLOH