

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Eliška Richtrová

**Využití vysokovýkonnostního laseru v léčbě
chronické jizvy**

Diplomová práce

Praha 2024

Autor práce: **Bc. Eliška Richtrová**

Vedoucí práce: **Mgr. Júlia Demeková**

Oponent práce: **Mgr. Jakub Katolický**

Datum obhajoby: **2024**

Bibliografická identifikace

RICHTROVÁ, Eliška. *Využití vysokovýkonostního laseru v léčbě chronické jizvy*. Praha, 2024, 83 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Mgr. Júlia Demeková.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá využitím vysokovýkonového laseru v léčbě chronické jizvy. V teoretické části jsou přiblíženy obecné informace o neinvazivních laserech a jejich využití v lékařství. Dále je zde popsána problematika jizvy a různé možnosti ovlivnění jizvy fyzioterapií.

Hlavním cílem práce bylo zaznamenat případné subjektivní či objektivní změny u chronických pooperačních jizev (starších 3 měsíců) po 6 aplikacích vysokovýkonového laseru. Vedlejším cílem pak bylo porovnat tyto výsledky s dalšími studii.

Výzkumu se účastnilo 6 probandů (2 muži a 4 ženy) ve věku od 20 do 63 let. Do výzkumu byli vybráni na základě přihlášení prostřednictvím vytvořeného informačního letáku. Všichni probandi podstoupili před aplikací vysokovýkonové laserové terapie vstupní vyšetření a po její aplikaci výstupní vyšetření, které se skládalo z anamnézy zaměřující se především na vyšetřovanou jizvu pacienta, z palpačního a aspekčního vyšetření jizvy s fotodokumentací, z dotazníků pro vyšetření jizev Vancouver scar scale (VSS) a Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) a z vyšetření pomocí diagnostického sonografu se sondou 24 MHz (DICOM). K terapii byl využit vysokovýkonový laser Opton pro 25W firmy Zimmer.

Získané výsledky byly značně individuální, ale i přes velmi malou skupinu probandů, bylo možné sledovat i určité trendy ve vlivu laseru (zlepšení bolestivosti, poddajnosti a barvy jizvy a snížení otoku). Tyto trendy byly potvrzeny i v porovnání s dalšími studii. Laserová terapie u většiny probandů zlepšila stav u chronických jizev v celkovém hodnocení v POSAS pro pacienty i pozorovatele. Pro příští podobné výzkumy bude však potřeba zahrnout mnohem více probandů a sledovat účinky po delší dobu.

Klíčová slova

Chronická jizva, pooperační jizva, vysokovýkonový laser, diagnostická sonografie, Vancouver scar scale, POSAS, fyzioterapie

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographic identification

RICHTROVÁ, Eliška. *High Intensity Laser Utilization in Chronic Scar Treatment*. Prague, 2024, 83 s. Charles University, 2nd Faculty of medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine. Supervisor: Mgr. Júlia Demeková

Abstract

This thesis focuses on the use of high-intensity lasers in the treatment of chronic scars. The theoretical part provides general information about non-invasive lasers and their application in medicine. It also describes the issue of scars and various physiotherapy methods for influencing scars.

The main purpose of the study was to record any subjective or objective changes in chronic post-operative scars (older than 3 months) after 6 applications of a high-intensity laser. A secondary goal was to compare these results with other studies.

The research involved six probands (2 men and 4 women) aged between 20 and 63 years. Participants were selected based on their registration through a created informational leaflet. All probands underwent an entrance examination before the application of high-intensity laser therapy and an exit examination after its application. This examination included an anamnesis focused primarily on the patient's scar, palpation and visual inspection of the scar with photographic documentation, the use of the Vancouver Scar Scale (VSS) and Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) questionnaires, and diagnostic sonography using a 24 MHz probe (DICOM). The therapy was conducted using the Opton Pro 25 W high-intensity laser from Zimmer.

The obtained results were highly individual, but despite the very small group of probands, certain trends in the laser's effects (improvement in soreness, scar pliability and color, and reduction of swelling) could be observed. These trends were also confirmed when compared with other studies. Laser therapy improved the overall condition of chronic scars for most participants in both the patient and observer assessments using the POSAS scale. However, future similar research will need to include a much larger number of participants and monitor the effects over a longer period.

Keywords

Chronic scar, post-operative scar, high-intensity laser, diagnostic sonography, Vancouver Scar Scale, POSAS, physiotherapy

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlášení

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

V Praze dne

Bc. Eliška Richtrová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Mgr. Júlii Demekové za trpělivé vedení, cenné rady a věnovaný čas. Dále bych chtěla poděkovala členům Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty UK za možnost přístupu k diagnostickému sonografu a lidem, kteří se přímo i nepřímo podíleli na tvorbě mé diplomové práce. Také bych ráda poděkovala Mgr. Martině Rounové a jejím kolegyním z Kliniky dětské chirurgie 2. LF za provedení laserové terapie vysokovýkonovým laserem. Poděkování patří i všem probandům bez jejichž ochoty a trpělivosti by nemohla praktická část mé diplomové práce vzniknout. Mé poděkování patří též mé rodině a blízkým přátelům za pomoc a podporu během celého studia.

Obsah

SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD.....	11
1 CÍLE	12
2 TEORETICKÝ PŘEHLED POZNATKŮ	13
2.1 Laserová terapie.....	13
2.1.1 Specifické vlastnosti laserového paprsku.....	13
2.1.2 Účinky laseru	15
2.1.3 Třídy laserů.....	18
2.1.4 Typy laserů	18
2.1.5 Parametry laseru	19
2.1.6 Laser a fenotypy kůže.....	22
2.1.7 Indikace laseru	23
2.1.8 Kontraindikace laseru.....	23
2.1.9 Bezpečnost	24
2.2 Jizva	24
2.2.1 Proces hojení – reparace.....	26
2.2.2 Typy jizev.....	28
2.2.3 Vyšetření jizvy	30
2.2.4 Terapie jizvy	30
3 METODIKY	33
3.1 Charakteristika výzkumného vzorku	33
3.2 Formy sběru dat	33
3.2.1 Palpační a aspekční vyšetření jizvy.....	34
3.2.2 Vancouver scar scale	34
3.2.3 The Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS)	34
4.2.4 Diagnostická sonografie	34
3.3 Parametry laseru	35
4 VÝSLEDKY	36
4.1 Proband 1.....	36
4.1.1 Vencouver scar scale.....	37
4.1.2 POSAS – pro pacienta.....	38
4.1.3 POSAS – pro pozorovatele	38

4.1.4	Sonografie	39
4.2	Proband 2	41
4.2.1	Vancouver scar scale	42
4.2.2	POSAS – pro pacienta	43
4.2.3	POSAS – pro pozorovatele	43
4.2.4	Sonografie	44
4.3	Proband 3	45
4.3.1	Vancouver scar scale	46
4.3.2	POSAS – pro pacienta	47
4.3.3	POSAS – pro pozorovatele	47
4.3.4	Sonografie	48
4.4	Proband 4	49
4.4.1	Vancouver scar scale	50
4.4.2	POSAS – pro pacienta	50
4.4.3	POSAS – pro pozorovatele	51
4.4.4	Sonografie	51
4.5	Proband 5	53
4.5.1	Vancouver scar scale	54
4.5.2	POSAS – pro pacienta	55
4.5.3	POSAS – pro pozorovatele	55
4.5.4	Sonografie	56
4.6	Proband 6	58
4.6.1	Vancouver scar scale	59
4.6.2	POSAS – pro pacienta	59
4.6.3	POSAS – pro pozorovatele	60
4.6.4	Sonografie	60
4.7	Shrnutí	61
5	DISKUZE	64
	ZÁVĚR	68
	REFERENČNÍ SEZNAM	69
	PŘÍLOHY	78

SEZNAM ZKRATEK

ATP – adenosintrifosfát

COX₂ – cyklooxygenáza 2

ERK – extracelulární signálem regulované kinázy Ig – imunoglobulin

FST – stupnice Fitzpatrick Skin Type

IL-1 β – interleukin-1 beta

IL-6 – interleukin 6

IL-10 – interleukin 10

HGF – růstový faktor hepatocytů MAPK – mitogenem aktivované proteinkinázy

HILT – high intensity laser therapy

HPLT – high power laser therapy

LLLT – low level laser therapy

NO – (oxid dusnatý)

Nrf2 – faktor 2 související s erytroidním faktorem 2

PGE₂ – prostaglandin E2

POSAS – The Patient and Observer Scar Assessment Scale

PPAR γ – gama receptor aktivovaný proliferátorem peroxisomu

RANKL – receptorový aktivátor ligandu jaderného faktoru kappa-B

TGF- β – transformační růstový faktor beta

TMT – techniky měkkých tkání

TNF – faktor nekrózy nádorů VEGF – vaskulární endoteliální růstový faktor

UV – ultrafialové záření

VSS – Vancouver scar scale

ÚVOD

Problematika jizev je velmi rozsáhlá a v dnešní době stále hodně podceňovaná záležitost. Samotná jizva je výsledkem hojení měkkých tkání a orgánů a není tudíž jen problémem estetickým, ale může zasahovat hluboko do měkkých tkání a ovlivňovat tak celý myofasciální nebo i viscerální systém. Navíc i nebolestivé jizvy mohou vysílat výraznou nocicepci, která je schopna ovlivnit negativně celé pohybové stereotypy a způsobovat funkční problémy v jiných lokalitách těla. Všechny tyto okolnosti mohou mít výrazný vliv na kvalitu života postižené osoby.

Laserová terapie je jednou z předních možností velmi rychlého, příznivého a neinvazivního ovlivnění jizvy, a to už od jejího samotného vzniku. Předností této neinvazivní terapie je kromě velmi krátké doby jedné aplikace i její účinnost v poměru s dobrou dostupností a levností. V případě vysokovýkonových laserových zařízení (jejichž dostupnost je sice menší, ale v posledních letech neustále rostoucí) udávají někteří pacienti úlevu dokonce už po prvních aplikacích.

Mezi účinky, které laserová terapie může při hojení jizev nabídnout, patří zejména zvýšená regenerace tkání, analgezie, snížení zánětlivých procesů a otoku.

1 CÍLE

Cílem této práce je zjistit jaký vliv má vysokovýkonový laser na pooperační jizvy starší 3 měsíců a porovnat výsledky s dalšími studii, které se zabývají podobnou problematikou.

2 TEORETICKÝ PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Laserová terapie

Jedná se o terapii spadající pod světelnou fyzikální terapii, která využívá energii elektromagnetického záření (energii fotonů) o vlnové délce cca 380–740 nm. V případě laserů je toto záření polarizované, což znamená, že kmitání elektromagnetických vln je usměrněno pouze do jedné roviny. Tato vlastnost pak způsobuje oproti nepolarizovanému záření (kmitá náhodně ve všech rovinách) výraznější biostimulační účinky. (Navrátil a spol., 2015)

Mezi zdroje polarizovaného záření, včetně laserů, náleží biolampa, ale např. i Měsíc, který odráží sluneční světlo jako polarizované. Laser má však ještě další specifika, kterými se od ostatních polarizovaných světelných zdrojů odlišuje. (Zeman, 2013; Javůrek, 1995)

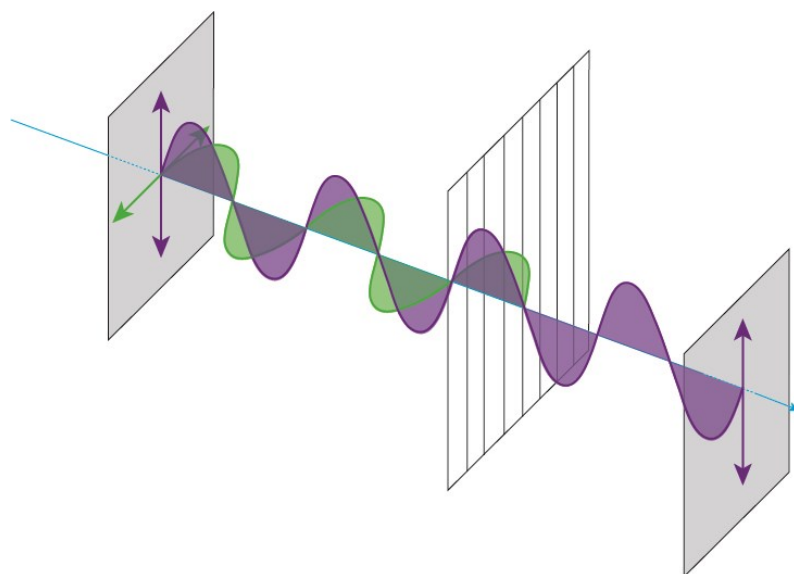
Laserová terapie se využívá převážně z důvodu snížení bolestivosti, zánětu a k zvýšené stimulaci hojení. Lze ji tedy využít v případech muskuloskeletálních poruch, artritid, některých dermatologických problémů, diabetických vředů, sportovních úrazů a pooperačních ran. (Navrátil a spol., 2015)

2.1.1 Specifické vlastnosti laserového paprsku

Mezi základní parametry, které určují, že je daný elektromagnetický paprsek laserový, náleží polarizace, monochromaticnost, koherence a nondivergence (Jurczyszyn, 2020). Právě tyto vlastnosti dávají laserovému paprsku jeho vysokou energii a charakteristické biostimulační účinky, které pak závisí ještě na dalších vlastnostech jako je např. vlnová délka (Zeman, 2013).

2.1.1.1 Polarizace

Jak již bylo uvedeno výše, laserové paprsky jsou polarizované, což znamená elektromagnetické vlny se pohybují pouze v jedné rovině. Tohoto stavu lze dosáhnout lomem, dvojlomem či odrazem paprsku pod určitým úhlem nebo speciálním zařízením nazývaným polaroid. Polaroidy vytvářejí polarizující záření tím, že propouští vlnění pouze v jedné rovině a ostatní vlny absorbují (Obrázek 1). Vliv polarizovaného světelného záření je převážně biostimulační. (Navrátil a spol., 2015; ELUC, 2019)



Obrázek 1. Schematické znázornění lineárně polarizovaného světla (ELUC, 2019)

2.1.1.2 Monochromaticnost

Pokud je záření monochromatické, znamená to, že vlny takového paprsku kmitají pouze v jedné vlnové délce (z toho vyplývá, že i o jedné frekvenci). V případě terapeutických neinvazivních laserů jsou nejčastěji využívány vlnové délky v oblasti viditelného světla a infračerveného záření (Zeman, 2013; Navrátil a spol., 2015). Různé vlnové délky mají různé vlivy na živé organismy. Tyto vlivy budou dále rozebrány v samostatné kapitole.

2.1.1.3 Koherence

Koherentní elektromagnetické záření musí splnit podmínku, že v průběhu času kmitá pouze v jediné fázi. Díky koherenci a skládání vln má pak takový paprsek více energie. (Zeman, 2013; Navrátil a spol., 2015)

2.1.1.4 Nondivergence

Nondivergentní paprsek má tu vlastnost, že se téměř nerozbíhá. Veškerá jeho energie je směřována do jednoho bodu. Jednoduše řečeno, při sledování bude připomínat provázek, který se se vzdáleností od zdroje jen velmi nepatrně rozšiřuje. Usměrněním paprsku lze pak při terapii dokonale soustředit veškerou energii na postižené místo. Nevýhodou pak může být ozařování příliš velkých oblastí a větší riziko popálení pacienta. (Zeman, 2013; Navrátil a spol., 2015).

2.1.2 Účinky laseru

Laserový paprsek při kontaktu s čímkoliv mění svůj fyzikální charakter lomem, odrazem, absorpcí a transformací, a tím i ztrácí svou polaritu, monochromaticnost, koherenci a nondivergenci. (Navrátil, 2019) Z toho vyplývá, že laser na cílové tkáni působí nepřímo a jeho účinek je přeměňován na jiné formy energie (Navrátil, 2019). Podle Poděbradského a Vařeky (1998) rozdělujeme účinky laseru na přímé (termický, fotochemický) a nepřímé (stimulační, protizánětlivý, analgetický), které jsou vlastně důsledkem účinků přímých.

Termický účinek laseru vzniká pohlcováním světla vodou, a tak způsobuje místní zvýšení teploty tkání, a to v závislosti na energii, vlnové délce a čase ozařování (Poděbradský a Vařeka, 1998). Tento tepelný účinek může léčbu podporovat, ale též tkáň termicky poškodit, až definitivně zničit, zvláště u vysokovýkonových laserů (Navrátil a spol.,2015).

Základem účinku laseru je fotochemická reakce. Při ní dochází k zisku energie atomů díky absorpci fotonu či fotonů. Získaná energie uvede atomy do tzv. excitovaného stavu, ve kterém jsou atomy mnohem reaktivnější než ve stavu základním, a tím může docházet až k přeměnám celých molekul. Tento děj pak umožňuje urychlit syntézu mnoha organických látek, jejichž syntéza by byla za jiných podmínek obtížná, až dokonce nemožná. (Navrátil a spol.,2015) Da Silva a spol. (2023) uvádí, že nestabilní excitované molekuly se vrací zpět do původního energetického stavu a předávají tím energii dalším molekulám.

V každém případě je vliv fotochemické reakce nejvýznamnější hlavně z pohledu vlivu na mitochondrie – výroba ATP (adenosintrifosfátu) a spouštěč signálních kaskád ovlivňujících a regulujících apoptózu, cytoskelet, transkripci a syntézu cytokinů v buňce. Ozáření laserem obecně způsobuje zvýšení produkce ATP (hlavní palivo buněk), snížení produkce a aktivity zánětlivých mediátorů jako např. PGE₂ (prostaglandin E2) a COX-2 (cyklooxygenáza 2). (Navrátil a spol.,2015 a Navrátil, 2019)

Laserové světlo způsobuje protizánětlivý účinek snížením tvorby zánětlivých mediátorů, aktivací lymfatického systému a vasodilatací, což vede ke snížení otoku. Analgezie je pak dosaženo již zmíněným snížením zánětu a otoku a dále pak samotným vlivem na aktivitu nociceptorů. Stimulační účinek je způsoben zvýšenou produkcí ATP v mitochondriích, což má příznivý vliv na metabolismus, růst a dělení buněk. (Pigatto a spol., 2019).

2.1.2.1 Mechanismus – úroveň molekul

Molekuly schopné pohltit foton, excitovat a po rozpadu do základního stavu předávat energii dál se nazývají fotoakceptory. Za hlavní fotoakceptor buněk považuje da Silva a spol. (2023) cytochrom c oxidázu, která je součástí elektronového transportního řetězce v mitochondriích. Ta pohlcuje infračervené záření (vlnová délka 700–1100 nm). Mezi další fotoakceptory dále pak řadí flaviny a flavoproteiny (pohlcující modrozelené světlo 400–550 nm), porfiriny (pohlcující žlutočervené světlo 560–700 nm) a opsiny (pohlcující ultrafialové až žluté světlo (380–560 nm)).

Cytochrom c oxidáza nebo také komplex IV je poslední částí elektronového transportního řetězce. V této závěrečné části dochází díky tomuto komplexu k přenosu čtyř elektronů z cytochromu c na molekuly kyslíku za vzniku molekul vody. Při této reakci je umožněna tvorba ATP pomocí ATP syntáz. Pokud je cytochrom c oxidáza ozářena infračerveným zářením, dochází k zvýšené fotodisociaci NO (oxid dusnatý) z tohoto enzymu a tím i ke zvýšené produkci ATP. (de Silva a spol., 2023)

Laserové záření má dále vliv na signální a efektorové molekuly a transkripční faktory. Jsou to např. dle de Silvy a spol. (2023) MAPK - mitogenem aktivované proteinkinázy, Nrf2 - faktor 2 související s erytroidním faktorem 2, HGF - růstový faktor hepatocytů, TGF- β - transformační růstový faktor beta, VEGF - vaskulární endoteliální růstový faktor, TNF - faktor nekrózy nádorů, ERK - extracelulární signálem regulované kinázy, RANKL - receptorový aktivátor ligandu jaderného faktoru kappa-B, PPAR γ - gama receptor aktivovaný proliferátorem peroxisomu, IL-1 β - interleukin-1 beta, IL-6 - interleukin 6, IL-10 - interleukin 10.

2.1.2.2 Mechanismus – úroveň buněk

Vliv laserového záření na buňky vychází z vlivu na molekulární úrovni a týká se hlavně proliferace, životaschopnosti, diferenciaci, apoptózy a migrace buněk (de Silva a spol., 2023). Oyeboode a spol. (2022) například uvádí významně zvýšenou životaschopnost, migraci a proliferaci fibroblastů lidské kůže po ozáření infračerveným laserem ve srovnání s kontrolní neozářenou skupinou. Podobné výsledky uvádí i Malthiery a spol. (2021), kde sledovali kmenové buňky lidské zubní dřevě ozářené zeleným laserem.

Rozšíření účinku laseru je možné díky komunikaci mezi buňkami. A to díky GAB spojením (specializované hydrofilní kanály mezi sousedními buňkami tvořené

konexony), bystander efektu (efekt, při kterém neozářené buňky v blízkosti ozářených buněk vykazují stejnou reakci jako ty ozářené) a chromatofotopní aktivitě lidské krve (porfyrin – hemoglobin) (Navrátil a spol.,2015 a Navrátil, 2019).

2.1.2.3 Mechanismus – úroveň systému

Vliv laseru na celý systém organismu vychází z vlivu na buněčné úrovni a de Silva a spol. sem řadí modulaci zánětlivého procesu, podporu opravy tkání a hojení ran, snížení edému a bolesti a zlepšení svalové výkonnosti. Jako příklad lze uvést studii paní Pigatty a spol. (2019), které vyšlo zmírnění akutní bolesti a zánětu u potkanů.

2.1.2.4 Účinky laseru na krev

Obecně je prokázáno, že ozařování laserem zlepšuje prokrvení v dané ozářené oblasti, což vede k snížení tkáňové hypoxie, k snížení otoku, k ovlivnění metabolismu (začne převládat složka anabolismu nad katabolismem), ke zvýšení imunitních prostředků, k odplavení metabolických zplodin, k zvýšení pH, to vše vede i k snížení dráždění volných nervových zakončení a nervových receptorů vedoucích nocicepci – celkové snížení bolestivosti (Navrátil a spol.,2015).

Lze se však také setkat s terapií laserem, kde se krev ozařuje přímo. Jedná se o tzv. fotohemoterapii, s kterou se lze setkat např. ve Francii, Itálii nebo v některých státech bývalého Sovětského svazu. Tento způsob terapie lze provést neinvazivně ozařováním krve v cévách prominujících na povrch pokožky, či invazivně ozářením krve přímo v cévě, anebo extrakorporálně. Hlavními účinky jsou pak změny krevního imunitního systému, změny reologických vlastností krve a zvýšení transportní funkce krve (transformace hemogloinu – zvýšení parciálního tlaku O₂ a snížení parciálního tlaku CO₂). Ohledně imunity dle různých studií dochází např. k zvýšení počtu lymfocytů, zvýšení funkční aktivity B-lymfocytů a makrofágů, zvýšení baktericidní aktivity v krevním séru, zvýšení imunoglobulinů IgA, IgM, IgG a snížení C-reaktivních proteinů. Z hlediska reologie krve lze zmínit zvýšení erytrogenese, ale zároveň zvýšení schopnosti erytrocytů se deformovat, tlumení agregační schopnosti trombocytů a podporu fibrinolýzy, což vede celkově k zvýšení rychlosti periferního krevního oběhu. (Navrátil a spol.,2015, Al Musawi a spol., 2017, Zhu a spol., 2022)

2.1.3 Třídy laserů

Existují čtyři hlavní třídy laserů, které se mohou dělit ještě do několika podtříd. Dělení do tříd závisí především na množství výstupu energie (výkonu) laserového zařízení. Od této souvislosti se pak odvíjí ochranné prvky, které je nutné používat při práci s těmito přístroji. Pro biostimulační neinvazivní terapii se využívají hlavně lasery III.b a IV. třídy. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

Při používání laserů I. třídy není třeba používat žádných ochranných prostředků. Mají tak nízký výkon, že lze hledět i nepřetržitě do jejich paprsku a nedojde při tom k poškození oka, natož pak jiných tkání. Tyto lasery se používají převážně v oblasti kosmetického oboru. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

U laserů II. třídy už riziko poškození oka stoupá, ale stále je však riziko poškození oka a jiných tkání velmi malé. Paprsek laseru už sice může oko poškodit, ale pouze při vědomém dlouhodobém pohledu do něj. Ve většině případů dostatečně chrání oko před světlem z těchto laserů mrkací reflex. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

Lasery III. třídy se dělí na lasery IIIa a IIIb. IIIa lasery dokáží poškodit oko, pokud se do jejich paprsku podíváme prostřednictvím optické soustavy (např. přes dalekohled). Ovšem u laserů třídy IIIb k poškození zraku stačí pohled za běžných okolností a je tedy nutné používat ochranné brýle při práci s těmito přístroji. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

Lasery IV. třídy už jsou tak silné, že zrak je ohrožen i po dopadu odraženého paprsku do oka. Proto při práci s těmito lasery je nutné používat ochranné brýle, dále musí být určena i speciální místnost, ve které nejsou žádné odrazové plochy (zrcadla, okna), a zároveň před vstupem do této místnosti musí být světelné varování s uzamčením dveří při spuštění přístroje. (Poděbradský a Poděbradská, 2009)

2.1.4 Typy laserů

Typy laserů dělíme podle zdroje. Podle druhu zdroje se pak odlišují i jednotlivé parametry laserového paprsku a tím i specifický účinek (ten se odvíjí hlavně od vlnové délky paprsku) (Tabulka 1). (Navrátil a spol.,2015)

Typ laseru	Specifikace	Vlnová délka (nm)
Pevnolátkové	Rubínový	694,3
	Nd:YAG	1 064 (532)
	Ho:YAG	2 100
	Tm:YAG	1 940
	KTP	532
	Alexandrit	700-818
Plynové	CO ₂	10 600
	He-Ne	633
	Ar	488, 514
	Excimerové	193-351
Barvivové	Rhodami 6G	570-650
	Kumarin C30	504
Polovodičové	GaAs	650, 840, 904, 905
	GaAlAs	670-830
	AlGaInP	650
	GaN	405
	InGaAlP	630-685

Tabulka 1. Typy laserů (Navrátil a spol.,2015)

2.1.5 Parametry laseru

Parametry laseru jsou určující pro výsledné účinky laserové terapie. Mezi nejdůležitější parametry řadíme výkon a s ním spojenou dávku, hustotu energie, frekvenci a vlnovou délku. (Cios a spol., 2021)

2.1.5.1 Výkon a dávka

Výkon určuje, kolik energie laserové zařízení je schopno vyzářit, a tedy i předat tkáním za určitou jednotku času. Podle výkonu lze dělit lasery na nízkovýkonové (Low Level Laser Therapy – LLLT) s výkonem diod do cca 500 mW a vysokovýkonové (High Power Laser Therapy – HPLT pod které se řadí High Intensity Laser Therapy – HILT) s možným výkonem od 500 mW až po 15 000 W. (Navrátil a spol.,2015)

V případě využití vysokovýkonového laseru je možné dosáhnout mnohem vyšší dávky v kratším čase než u nízkovýkonového laseru a s vyšší dávkou roste i účinnost laseru. Vyplývá to např. i ze studie Ezzatiho a spol. (2020).

Stimulační lasery typu LLLT (low-level laser therapy) jsou zařazeny do třídy IIIb (hrozí poškození oka při přímém pohledu do paprsku laseru, odraz nebezpečný není). Tyto lasery jsou schopny během klasické aplikace (délka aplikace kolem cca 10 min) vyzářit maximálně kolem 10 J/cm^2 . Používají se většinou v kontinuálním režimu a nehrozí u nich tak vysoké riziko termického poškození ozařovaných tkání. Při použití v podobě laserové sprchy (více laserových diod umístěných blízko sebe zaměřených na určitou léčenou plochu) je při nízkých výkonech možnost dosáhnout během 10 min i dávky vyšší než 100 J/cm^2 . (Navrátil a spol.,2015)

HPLT i HILT jsou řazeny už do IV. třídy laserů (poškození zraku hrozí i při pohledu do odraženého laserového paprsku a současně je i velké riziko popálení ozařené pokožky). Aplikace trvá pouze několik minut a i za tak krátkou dobu se běžná dávka pohybuje kolem $400\text{-}600 \text{ J/cm}^2$. Ve většině případů se využívají v pulzní formě vzhledem k velkému riziku termického poškození tkání. Rozdíl mezi HPLT a HILT je ve zdroji laseru. V případě HPLT jsou využívány polovodičové diody s výkonem $12\text{-}15 \text{ W}$. Jako HILT je pak označován pevnolátkový laser typu Nd:YAG s vlnovou délkou 1064 nm a velmi vysokým výkonem kolem 3 kW usměrněného do krátkého pulzu kolem 100 mikrosekund . (Navrátil a spol.,2015)

2.1.5.2 Hustota energie

Hustota energie označuje množství energie vztažené k ploše. Udává se v J/cm^2 . Dosahuje v řádech od desítek po stovky J/cm^2 . Čím je hustota vyšší, tím více energie je koncentrováno do určité plochy, a tím je i vyšší riziko popálení pacienta. (Navrátil a spol.,2015)

2.1.5.3 Frekvence

Lasery se využívají v režimech kontinuálních nebo pulzních. Frekvence se pak pohybuje od $0,5 \text{ Hz}$ až po desítky Hz . Nebylo vědecky prokázáno, zda samotná určitá frekvence by měla určitý vliv na tkáň. Je však obecně dokázáno, že pozitivní buněčná odpověď je silnější u nižších frekvencí a frekvence nad 5000 Hz mají účinky na buňky

už inhibiční. Jedná se opět spíš o ovlivnění termických účinků laseru. (Navrátil a spol.,2015)

2.1.5.4 Vlnová délka

Vlnová délka laseru má největší vliv na biologické účinky laseru. Je to dáno tím, že lidská kůže vykazuje specifické vlastnosti, které určují průnik a absorpci laserového světla kožními buňkami. Nejdůležitější pro účinek jsou chromofory – endogenní sloučeniny, které absorbují specifické vlnové délky. Pro kůži jsou těmi hlavními chromofory voda, melanin a hemoglobin. (Cios a spol., 2021)

Obecně se u léčebných neinvazivních laserů používají nejčastěji vlnové délky v oblasti infračerveného záření, dále pak se ještě lze setkat s využíváním vlnové délky v oblasti červeného, modrého a zeleného viditelného světla. (Cios a spol., 2021)

Infračervené záření s vlnovou délkou 760 nm až 1 mm má největší průnik kůží a jeho hlavními chromofory jsou intracelulární voda a cytochrom c oxidáza. Už z toho vyplývá, že má největší účinek na energetiku buňky (Krebsův cyklus – výroba ATP) a zároveň nejvíce i prohřívá (zlepšení průběhu chemických procesů v buňce). Mnoho studií poukazuje na rychlejší a lepší hojení, a dokonce i zmenšení počtu vrásek a zlepšení pružnosti kůže (příznivý vliv na keranocyty). (Cios a spol., 2021)

Červené viditelné světlo s vlnovou délkou 625 nm až 740 nm má největší vliv na fibroblasty (jejich migraci a proliferaci) a dále zvyšuje syntézu prokolagenu, expresi kolagenu a uvolňování základního fibroblastového růstového faktoru. Lehkou nevýhodou světla v červeném viditelném spektru je, že zde je třeba respektovat tloušťku a barvu kůže – nastavení energetických dávek pro zajištění terapeutické účinnosti laseru (zvýšení pigmentace kůže po ozáření). (Cios a spol., 2021)

Vlnová délka zeleného viditelného světla se pohybuje přibližně v rozmezích 520–565 nm. Studie ukazují, že lasery s tímto světlem zlepšují hojení ran podobně jako vlnové délky v červeném spektru, ale navíc jsou mnohem lépe vnímané než lasery s červeným či infračerveným světlem (způsobují menší pigmentaci a bolestivost – méně zahřívají) (Cios a spol., 2021, Fushimi a spol. 2012).

Laserové záření v tomto spektru má největší vliv na krev. Např. u vlnové délky 532 nm (shodná s absorpčním maximem hemoglobinu) byl prokázán účinek zlepšení reologických vlastností lidské krve (vyšší než u vlnové délky 632,8 nm – červené viditelné světlo). In vitro byla ozařovaná lidská krev s vysokými hodnotami sedimentace.

Po ozáření došlo k významnému snížení viskozity krve, zvýšení pohyblivosti erytrocytů a zvýšení deformability erytrocytů. (Navrátil a spol.,2015)

Neinvazivní laser využívající vlnovou délku v oblasti modrého viditelného záření (cca 430-500 nm) je využíván převážně díky svým inhibičním vlastnostem vůči bakteriím (i těm rezistentním vůči antibiotikům), plísním a některým virům. Z pohledu hojení tato vlnová délka podle většiny studií spíše inhibuje proliferaci, migraci fibroblastů a tlumí tvorbu prokolagenu typu I, který je důležitý pro tvorbu kolagenu typu I (nezbytný pro tvorbu pojivových tkání). (Cios a spol., 2021) Na druhou stranu existuje i studie od De Alencar Fernandes Neta a spol. (2019), kde skupinu myši s popáleninami denně osvětlovali po dobu 28 s modrým laserem s parametry 470 nm, 1 W, 12,5 J/cm² na bod (celkem 4 body) a kontrolní skupinu myši nechali bez terapie. Výsledky ukázaly, že myši ozařované modrým světlem konzumovali mnohem více potravy než myši bez ozáření, a tím u nich došlo k rychlejšímu zahojení popálenin (vyšší proliferace fibroblastů a angiogeneze).

V praxi se tento laser využívá často ve stomatologii a dále se lze s ním setkat i v léčbě akné nebo vředů. Využívá se obecně hlavně pro jeho baktericidní a fungicidní účinky. (Cios a spol., 2021)

2.1.6 Laser a fenotypy kůže

Lidskou kůži lze dle reakce na UV záření a dle obsahu kožního pigmentu melaninu rozdělit do 6 základních fenotypů dle stupnice Fitzpatrick Skin Type (FST) (pigmentace kůže souvisí s pigmentací vlasů a očí) (Ly a spol. 2020).

- Fenotyp I – nejsvětlejší kůže s velkým množstvím pih, zrzavé vlasy a modré oči → na slunci se spálí, kůže se nikdy neopálí do hněda (vždy jen zčervená)
- Fenotyp II – světlá kůže s malým počtem pih, světlé vlasy, oči modré, zelené či šedé → na slunci se spálí, kůže se nikdy neopálí do hněda (vždy jen zčervená)
- Fenotyp III – kůže světle hnědá, vlasy a oči hnědé → spálí se jen ojediněle, opálení hnědé
- Fenotyp IV – tmavá kůže, vlasy a oči též tmavě hnědé → jen málokdy se spálí, opálení tmavě hnědé
- Fenotyp V – velmi tmavá kůže, vlasy a oči velmi tmavé až černé (Indiáni či Arabové) → nikdy se nespálí

- Fenotyp VI – nejtmaší kůže, vlasy a oči černé (Afričané) → nikdy se nespálí

Průniku laserového záření do hlubších struktur brání kůže odrazivostí, absorpcí a rozptylem. Při aplikaci laseru na povrch kůže se část dopadajícího světla ztratí odrazem od povrchu stratum corneum (změnou indexu lomu na rozhraní vzduch – kůže). Propustnost zbývajícího světla kůží a podkožím je ovlivněna absorpcí a rozptylem, přičemž rozptyl vede nakonec k difúznímu odrazu. Velikost těchto absorpčních a rozptylových událostí se řídí morfologií tkáně a charakteristikami laserového zdroje, jako je polarizace a vlnová délka. (Souza-Barros a spol., 2018)

Při ozařování různých fototypů kůže laserem platí, že tmavší fenotypy mají sice menší odrazivost záření, zato však rozptylují a absorbují záření mnohem více (díky většímu množství melanocytů) než světlejší fenotypy a tím pádem dochází i k menší účinnosti laseru, tudíž pro stejný efekt je potřeba zvýšení dávky. Současně však u tmavších fenotypů dochází i k většímu prohřívání kůže, proto je lepší u tmavší fenotypů zvolit menší intenzitu po delší čas. (Souza-Barros a spol., 2018)

2.1.7 Indikace laseru

Laser, ať už vysoko či nízkovýkonový, může být indikován všude, kde chceme dosáhnout účinků, protizánětlivých, antiedematózních, analgetických a myorelaxačních, a také tam, kde je třeba podpořit reparaci či regeneraci tkání. Z nejčastějších diagnóz vhodných pro laseroterapii lze jmenovat: problematické a špatně se hojící jizvy, popáleniny, bércové vředy, záněty a kontuze šlach, burzitidy, entezopatie, fascitidy z přetížení, myofasciální triggerpointy, artrózy a artritidy většinou drobných kloubů, otoky v důsledku poranění pohybového aparátu, herpes, afty, acne juvenilis, psoriáza, periferní parézy. (Navrátil a spol., 2019, Poděbradský a Poděbradská, 2009)

2.1.8 Kontraindikace laseru

Mezi kontraindikace laserové terapie jednoznačně patří optické komponenty oka jako rohovka, komorový mok, čočka a sklivec – při ozáření hrozí nenávratné poškození oka. Dále se sem řadí jakékoliv ošetření krku v oblasti štítné žlázy, zvláště pokud pacient trpí hypertyreózou. Nedoporučuje se ani intravaginální laseroterapie v případě těhotenství ženy (ozáření břišní stěny kontraindikováno není – plod je dostatečně hluboko

na to, aby se k němu záření dostalo). Kontraindikováni jsou i pacienti s epilepsií, či maligními nádory. (Navrátil a spol.,2015)

Mezi relativní kontraindikace lze zmínit pak pacienty s infekčním onemocněním vzhledem k tomu, že je prokázán baktericidní účinek některých vlnových délek laseru – záleží tedy čistě na parametrech laserového světla a místě ozáření. Zvážit za kontraindikaci stojí též pacienti s poruchou srážlivosti krve a sníženou agregací trombocytů – je zde zvýšené riziko krvácení (laser způsobuje dilataci cév a zvýšené prokrvení). Opatrnost je třeba i u oblastí se sníženou kožní citlivostí – zde hrozí např. hlavně u vysokovýkonových laserů termické poškození ozařované oblasti. (Navrátil a spol.,2015)

2.1.9 Bezpečnost

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci s lasery je ošetřena v České republice legislativně, a to hlavně zákonem č. 258/2000 Sb. a dalšími předpisy a nařízeními vlády, které vychází z evropské legislativy (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/25/ES). (Navrátil a spol.,2015)

Při využívání laserů patří mezi ochranné prvky speciální brýle chránící zrak před stejnou vlnovou délkou, kterou vyzařuje příslušný laser. Laser by měl být umístěn (zvláště u vysokovýkonových laserů) ve speciálně označené místnosti bez jakýchkoliv odrazových ploch (zrcadla, lesklé dlaždičky...) a se zakrytými okny. Před vstupem do této místnosti musí být světelné varování s uzamčením dveří při spuštění přístroje. Laserový přístroj musí být označen štítkem s třídou a nebezpečností laseru. Přístup k laseru by měl být zakódovaný. Důležitá je i vizuální a zvuková signalizace chodu přístroje. Ke každému laseru musí být přiložena technická dokumentace. (Navrátil a spol.,2015, Zákon č. 258/2000 Sb.)

2.2 Jizva

„Jizva je pojivová struktura prostupující různými vrstvami měkkých tkání, vznikající jako výsledek hojení rány“ (Lewit K., 1979, s. 83). Obecně se jedná o vyplnění defektu novou tkání, která však není plnohodnotná, a i její morfologie a reologické vlastnosti jsou od původní zdravé tkáně odlišné (Sojková, 2006). Proces tvorby jizev je nezvratný a nikdy je nelze úplně odstranit. Lze pouze pozitivně ovlivnit některé jejich vlastnosti (Smičková, 2011).

Jizvy vznikají nejběžněji po traumatech, chirurgických zákrocích nebo po prodělaných zánětlivých onemocněních a lze je dělit dle umístění na povrchové (zasahuje maximálně do podkoží) a hluboké (zasahuje hlouběji do svalů, vazů, fascií a šlach) nebo dle časového hlediska na akutní, subakutní a chronické (Smičková, 2011; Sojková, 2006).

Hojení ran u pacientů pozitivně ovlivňuje dle Smičkové (2011):

- použití co nejjemnějšího šití po operaci a následná kvalita ošetření rány (každé porušení celistvosti kůže je vstupní branou pro infekci)
- kvalita pokožky a podkoží
- hloubka porušení kůže – rána může zasahovat do vaziva, tukové vrstvy nebo svalové tkáně
- regenerační schopnost těla
- vhodná strava bohatá na bílkoviny, vitaminy a minerály
- dostatečná hydratace organismu
- psychický stav jedince

Hojení ran u pacientů negativně ovlivňuje dle Smičkové (2011):

- diabetes mellitus
- alergická reakce – na použité léky, materiál, dezinfekce, chemické látky aj.
- infekce – celková nebo v místě traumatu → sekundární hojení jizvy
- opětovné poškozování – u ran v ohybech kloubů, tahem v místě poranění
- cizí tělesa v ráně
- ischemie/hypoperfuze tkání
- protizánětlivá terapie/imunosuprese
- typ traumatu – fyzikální (piercing, chirurgický zákrok), patologické (akné, plané neštovice)
- nutriční deficity
- obezita – tuková tkáň omezuje krevní zásobení a okraje rány nepřiléhají k sobě → hrozí rozpad rány

2.2.1 Proces hojení – reparace

Průběh reparace závisí na kombinaci metabolických, imunologických, mechanických a psycho-emocionálních faktorů, přičemž hlavní roli hraje extracelulární matrix a její složení. Celý proces se pak řídí dvěma hlavními principy. První princip říká, že záleží na primárním poranění – čím více tkáňových struktur je při inzultu poškozeno, tím větší je šance, že tkáň po zhojení nebudou mít stejné vlastnosti jako před zraněním. Druhý princip pak sděluje, že vznik jizev není specifický. To znamená, že pro různé typy měkkých tkání se vytváří stejná jizevnatá tkáň. Rozdíl v jizvení různých tkání vzniká pouze v dynamice opravného procesu. (Prokešová, 2022)

Hojení měkkých tkání probíhá ve 4 fázích, které se vzájemně prolínají – hemostáza, zánět, proliferace, remodelace (Chapelle, 2018).

2.2.1.1 Hemostáza

První fáze přichází ihned po poranění tkáně. Dochází při ní k vasokonstrikci a srážení krve, čímž se zamezuje krevním ztrátám a vniknutí nečistot a mikroorganismů. Zároveň dochází k procesům, které startují následující fázi zánětu – vznik provizorní extracelulární matrix, uvolnění prozánětlivých mediátorů a aktivace trombocytů a neutrofilů. Některými autory je tato fáze řazena jako součást zánětlivé fáze. Délka této fáze je fyziologicky maximálně v řádu minut. (Chapelle, 2018; Drábková, 2022)

2.2.1.2 Zánět

V navazující zánětlivé fázi, nebo též exsudativní fázi, dochází hlavně k čištění rány a k postupnému přechodu do proliferační fáze. Charakteristické pro tuto fázi jsou modulující leukocyty, které řídí další děje pomocí sítě cytokinových drah. (Seago a spol., 2020)

Vlivem vyplavení zánětlivých mediátorů a prostupu zánětlivých buněk přes extracelulární matrix se projeví klasické Celsovi příznaky zánětu jako je otok, bolest, zarudnutí a zvýšení teploty. Vyplavení histaminu způsobuje lokální vasodilataci a tím umožní průnik zánětlivých buněk (leukocyty a fibroblasty) a vyvolá vznik edému. Neutrofilní granulocyty se starají o zneškodnění mikroorganismů, odstranění cizích těles a odumřelé tkáně a formování demarkačního lemu (hranice mezi odumřelou a vitální tkání). Odumřelé neutrofilie jsou pak fagocytovány makrofágy. Dále dochází k vyplavování chemokinů, cytokinů, růstových faktorů (hlavně různé typy TGF- β , jejichž

poměry mají vliv na to, zda dojde k reparaci či regeneraci rány) a dalších molekul ovlivňujících tuto fázi. Fáze zánětu trvá cca 2-3 dny, kdy pak přechází díky převaze růstových faktorů do fáze proliferační. (Drábková, 2022; Topičová, 2022)

2.2.1.3 Proliferace

Proliferační fáze je charakteristická vznikem granulační tkáně, která postupně nahrazuje chybějící tkáň. Granulační tkáň je tvořena proliferací fibroblastů a novými tenkostěnnými kapilárami uvnitř řídké extracelulární matrix obsahující ještě mimo jiné zánětlivé buňky a makrofágy. Právě složení extracelulární matrix ovlivňuje jak fázi zánětu, tak růstové faktory (řídí proliferaci a metabolismus buněk, diferenciaci mezenchymálních kmenových buněk) ve fázi zánětu a proliferace. (Drábková, 2022; Topičová, 2022; Prokešová, 2022; Seago, 2020)

Během proliferační fáze dochází k velké neovaskularizaci stimulované hypoxií v hojící se ráně (procesy hojení vyžadují velké množství živin a kyslíku). Též přetrvává stále zvýšená permeabilita cév, čímž jsou zajištěny ideální podmínky pro hojení, ale též díky tomu nadále může přetrvávat otok, který následně může omezovat lymfatický systém a komplikovat hojení. (Drábková, 2022; Seago, 2020; Prokešová, 2022)

Fibroblasty z okolní intaktní tkáně osidlují ránu a tvoří a udržují společně pak s fibrocyty architekturu extracelulární matrix. Při tvorbě kolagenových vláken převládá v této fázi kolagen typu III. Množství produkce fibrilárních vláken a vaziva závisí i na mechanickém namáhání hojící se tkáně (mechanoreceptory podobné nociceptorům, které vnímají změny napětí v extracelulární matrix a jsou schopné vyvolat poruchu produkce růstových faktorů, což může vést k aktivním jizvám a adhezím). Bylo dokázáno, že i samotné fibroblasty mají schopnost reagovat na protažení. Za regulace především růstového faktoru TGF- β 1 dochází i k přeměně některých fibroblastů na tzv. myofibroblasty, které napomáhají uzavření rány. Po 5-15 dnech svého trvání přechází fáze proliferace na poslední fázi, a to na fázi remodelační. (Drábková, 2022; Kauvar, 2019; Prokešová, 2022)

2.2.1.4 Remodelace

V remodelační fázi dochází k posledním úpravám jizevnaté tkáně, které vedou k co největší podobnosti se zdravou tkání. Snižuje se vaskularizace a počet fibroblastů, přebytečný extracelulární matrix je odbouráván, kolagen typu III je nahrazován

pevnějším a organizovanějším kolagenem typu I a od okrajů rány a epitalizačních ostrůvků započíná epitalizace. Konečným výsledkem by měla být asymptomatická fyziologická jizva. Tato fáze může probíhat i několik let. Je však známo, že jizvy pracují svým způsobem po celý život člověka. (Drábková, 2022; Seago, 2020; Prokešová, 2022)

2.2.2 Typy jizev

Jizvy můžeme rozdělit dle klinického nálezu na jizvy fyziologické (normálně zhojené – bledě růžové, pevné, jemné, posunlivé, protažitelné, nebolestivé, nepřesahující kůži a neomezující funkčně nebo morfologicky své okolí) a patologické, které vznikají odchylkou v procesu hojení a dělí se na jizvy atrofické, hypertrofické a keloidní. Z hlediska funkčních poruch pohybového aparátu pak lze rozdělit jizvy ještě na asymptomatické (posunlivé, protažitelné, nebolestivé, bez adhezí atd.) a jizvy bolestivé – aktivní. (Smičková, 2011; Sojková, 2006; Prokešová, 2022)

Kauvar a spol. 2019 rozděluje jizvy podrobněji na jizvy erytematózní (růžové a červené), hypopigmentované (bílé), hypertrofické (vyvýšené, ale nepřekračující hranice jizvy), jizvy s nízkým a vysokým napětím (závislé na umístění nebo typu rány), nezralé/nestabilní (přetrvávající erytém a růst) a zralé/stabilní (ustupující erytém a zastavený růst).

2.2.2.1 Atrofická jizva

Atrofická jizva je charakteristická tím, že je velmi světlá až šedo-bílá, ohraničená na oblast rány, křehká, vkleslá pod úroveň kůže a má sníženou odolnost proti mechanickým a tepelným podnětům. Vzniká, pokud při procesu hojení převládnu katabolické procesy nad anabolickými → snížená produkce kolagenu a redukované ukládání extracelulární matrix. Dle Freye (2014) atrofické jizvy nejčastěji sledujeme u mladých lidí s původně hypertrofickou jizvou nebo pak u dospělých s hojením per secundam či v oblasti velkého napětí na tvořící se jizvu (dehistence) nebo při špatně zvolené technice sutury. Dále se s tímto typem můžeme setkat u lidí léčených kortikosteroidy, u endokrinních onemocnění (Cushingův syndrom). Mezi atrofické jizvy se řadí i strie. (Smičková, 2011; Sojková, 2006; Frey, 2014)

2.2.2.2 Hypertrofická jizva

Hypertrofická jizva je typická růžovo-červeným zbarvením, ztluštěním, vyvýšením nad okolní zdravou kůži, ale hlavně na rozdíl od keloidní jizvy nepřesahuje primární oblast rány. Vzniká, pokud při procesu hojení převládnu anabolické procesy nad katabolickými → zvýšená produkce kolagenu. (Smičková, 2011; Sojková, 2006; Frey, 2014)

2.2.2.3 Keloidní jizva

Keloidní jizva, nebo také tzv. keloid, mívá nachově-červenou barvu, bývá svědivá až bolestivá, vystupuje výrazně nad povrch kůže (může tvořit až bizarní tvary), přerůstá hranice rány a zasahuje až do zdravé okolní tkáně. Stejně jako u jizvy hypertrofické vzniká převahou anabolických dějů při procesu hojení. Je tu však histologický rozdíl (Další rozdíly mezi hypertrofickou a keloidní jizvou jsou znázorněny v Tabulce 2). Tento typ jizvy souvisí s autozomálně dominantním typem dědičnosti a nejčastější lokalizace těchto jizev se nachází v oblasti hrudníku, ramen a ušních boltců. (Smičková, 2011; Sojková, 2006; Frey, 2014)

Hypertrofická jizva	Keloid
Omezena na oblast rány	Přesahuje rozsah rány
Asi 4 týdny po traumatu	3 měsíce až léta po traumatu
Svědění mírné	Výrazné svědění
Bez predilekce	Predilekce
Spontánní regrese	Nízká tendence k spontánní regresi
Recidivy vzácně (?)	Často recidiva po excizi
Kolagenní vlákna středně silná	Histologicky uzlovitá konfigurace
Buněčnější (myofibroblasty)	Silná „sklovitá“ vlákna kolagenu
	Mukoidní matrix

Tabulka 2. Rozdíl hypertrofická jizva x keloidní jizva (Frey, 2014)

2.2.2.4 Aktivní jizva

Aktivní jizvou nazýváme jizvy, které jsou palpačně citlivé, mají výrazně omezenou protažitelnost a posunlivost jednotlivých vrstev tkání, obsahují bolestivé body, způsobují reflexní změny ve svém okolí (hyperalgetické kožní zóny, svalový spasmus se spouštěcími body, edém měkkých tkání) a způsobují tím změny svalového napětí, snížení hybnosti v segmentu, funkční poruchy, změnu postavení vnitřních orgánů (vliv

na jejich funkci) a i změny psychoemocionálního stavu. Bolest a obtíže těchto jizev bývá způsobena drážděním senzoričných nervových zakončení, které prostupují tkáň jizvy a adhezemi komplikovanými zánětem či hypoxií. (Sojková, 2006; Prokešová, 2022)

2.2.3 Vyšetření jizvy

Pro vyšetření jizvy je jako u jakýchkoliv jiných obtíží důležitá anamnéza. Anamnéza z pohledu jizvy by měla obsahovat věk pacienta, původ zranění, dobu, kdy poranění vzniklo (stáří jizvy), vzhled a vlastnosti jizvy, umístění jizvy na těle, velikost a hloubku jizvy, subjektivní obtíže (bolest, svědění, změny citlivosti, omezení pohybu...), metody, které pacient již podstoupil nebo podstupuje, a také časové a finanční možnosti pacienta z důvodu zvolení přijatelné terapie pro pacienta. Dále samozřejmě zahrnuje i farmakologickou, alergickou a rodinou anamnézu. (Smičková, 2011)

Palpační vyšetření je nejdůležitější a nezastupitelnou součástí pro diagnostiku jizvy (určení aktivní jizvy). Zahrnuje vyšetření kožního tření, protažitelnost jizvy do všech směrů, odpor a fenomén bariéry měkkých tkání, posunlivost jednotlivých vrstev tkání proti sobě a přítomnost palpačně bolestivých bodů. (Hanušová, 2022)

Pro vyšetření jizev existují i specifické testy. Mezi neznámější patří Vancouver scar scale (VSS), který hodnotí pigmentaci, vaskularitu, poddajnost a výšku jizvy (Park a spol., 2022). Dalším testem je The Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS), který hodnotí jizvu jak z pohledu pozorovatele (umístění, pigmentaci, vaskularizaci, pružnost, reliéf...), tak i subjektivní složku z pohledu pacienta (bolest, svědění, vzhled...) (Van Zuijlen, 2017).

Jako nejdostupnější a nejlevnější varianta pro zobrazení měkkých tkání, a tudíž i jizev, se nabízí sonografické vyšetření. To dokáže objektivně zhodnotit umístění jizvy uvnitř měkkých tkání a také její šířku a hloubku. Výhodou je i dynamické vyšetření. (Chun a Cho, 2015)

2.2.4 Terapie jizvy

Při terapii je nezbytné přistupovat ke každé jizvě a pacientovi individuálně a volit metody dle stádia a typu jizvy a očekávaného účinku metody. U jizev závisí dále také mimo jiné i na lokalizaci jizvy, typu pleti pacienta a typu poranění (vzniku jizvy). (Kauvar a spol., 2019)

Obecně při péči o jizvu jsou důležitá tato pravidla (Smičková, 2011):

- vždy se snažit udržet čerstvou jizvu v čistotě
- neškrábat poranění, nesnažit se strup strnout a počkat do jeho samovolného odloučení
- chránit jizvu před slunečním světlem minimálně první 3 měsíce + vynechat solária, sauny a vyhnout se chladu → ovlivnění estetického vzhledu (hyperpigmentace jizvy až po několik let)
- zamezit minimálně po dobu 6 týdnů nadměrnému natahování a mechanickém namáhání tkání v jizvě a jejím okolí (omezit sportovní aktivity)
- nenosit těsné oblečení, zvláště to ze syntetických materiálů → dráždění jizvy a její zčervenání a zvýšení
- 2-4 týdny po inzultu se vyhýbat koupání ve vaně, možná jen krátká sprcha vlažnou vodou, aby nedocházelo k rozmočení rány a jizvy
- používat mýdla pouze bez parfémů, alkoholu, mentolu, citrusových výtažků, eukalyptu a kafru (dráždění jizvy)
- při sušení jizvy po sprše použít ručník z vhodného měkkého materiálu a v žádném případě s ním netřít jizvu (sušit pouze jemným přikládáním ručníku) – hrozí rozrušení jizvy
- po odstranění stehů a zahojení rány provádět 3× denně na cca 10 minut tlakové masáže jizvy
- příliš vysychající jizvu po zhojení (cca 2 týdny po vyndání stehů) pravidelně promazávat mastnými krémy (lze použít např. nesolené vepřové sádlo, Indulonu, borovou mast, bílou vazelínu či měsíčkovou mast)

2.2.4.1 Manuální terapie

Manuální terapie je nezastupitelnou a nejdůležitější součástí terapie jizev. Pro ošetření se využívají myofasciální techniky a vhodná je i manuální lymfodrenáž. Lze tak ošetřit napětí měkkých tkání (kůže, podkoží, fascie, svaly), ovlivnit procesy hojení a srůsty v jizvě a snížit otok. (Ebid a spol., 2015)

2.2.4.2 Fyzikální terapie

Fyzikální terapie je v terapii jizev spíše doplňující, ale přesto významnou. Různé druhy fyzikální terapie volíme s ohledem na stadium jizvy a samozřejmě na základě očekávaného účinku, kterého chceme dosáhnout. Využíváme při tom nejčastěji účinku analgetického, myorelaxačního, antiedematózního, disperzního, trofotropního, myostimulačního či odkladného. (Drábková, 2022)

Nejčastěji je u jizev využívána fototerapie. Lze se setkat s terapií nepolarizovaným světlem – UV A a UV B záření (v proliferační fázi zvyšuje granulaci a epitelizaci a má dobré baktericidní účinky). Více se však setkáme s terapií laserem či biolampou. Tato zařízení využívají hlavně biostimulačních účinků polarizovaného světla. Zvláště u laserů dochází k tlumení bolesti a dále zvýšení tvorby ATP, zvýšení syntézy kolagenu, zvýšení činnosti fibroblastů, podpoře epitelizace, zlepšení mikrocirkulace krve, novotvorbě cév, zvýšení aktivity imunitních buněk a simulaci enzymů. (Drábková, 2022)

Z mechanoterapie je pro hojení jizev využíván terapeutický ultrazvuk. Ultrazvuk podporuje snížení bolestivosti a otoku, v zánětlivé fázi hojení optimalizuje zánětlivý proces a urychluje tuto fázi, ve fázi proliferace stimuluje aktivitu fibroblastů a tvorbu kolagenu, v poslední remodelační fázi hojení pak podporuje změnu kolagenu typu III na kolagen typu I, čímž zlepšuje celkovou tahovou odolnost a mobilitu jizvy. (Drábková, 2022)

V případě kontaktní elektroterapie lze využít u jizev účinku analgetického, antiedematózního a trofotropního (zvýšením lokálního metabolismu příznivě ovlivňuje hojení jizvy). Důležité je ovšem nepřikládat elektrody přímo na jizvy (kromě iontoforézy) a vyloučit kovy v proudové dráze. Podobné účinky nabízí i bezkontaktní elektroterapie s tou výhodou, že tuto terapii lze aplikovat přes oblečení či sádku. (Drábková, 2022)

3 METODIKY

Praktická část diplomové práce byla zpracována formou souboru kazuistik.

Data byla získávána pomocí anamnézy zaměřující se především na vyšetřovanou jizvu pacienta, palpačního a aspekčního vyšetření jizvy s fotodokumentací, dotazníků pro vyšetření jizev Vancouver scar scale (VSS) a Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) a diagnostického sonografu se sondou 24 MHz (DICOM).

Vstupní i výstupní měření proběhlo v Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty UK. Vstupní vyšetření bylo provedeno před zahájením terapie vysokovýkonovým laserem (šest aplikací po jednom týdnu) a výstupní vyšetření bylo provedeno po skočení laserové terapie. K terapii byl použit laser Opton Pro 25 W (Zimmer).

Inclusion kritéria byla: probandi od 20 do 75 let, problematická pooperační jizva starší 3 měsíců. Exclusion kritéria pak zahrnovala jakékoliv kontraindikace laserové terapie a nebyla možná ani jiná terapie probíhající souběžně s laserovou terapií v průběhu studie.

3.1 Charakteristika výzkumného vzorku

Výzkumný soubor tvořilo 6 probandů (2 muži a 4 ženy) ve věku od 20 do 63 let. Ti byli seznámeni s průběhem terapie a všech měření a vyšetření i s případnými riziky a podepsali informovaný souhlas (Příloha 1). Do výzkumu byli vybráni na základě přihlášení prostřednictvím vytvořeného informačního letáku (Příloha 2 a 3). Letáky byly umístěny v nemocnici Motol, v chirurgické ambulanci Počátky a soukromé rehabilitační ambulanci Promedima Jindřichův Hradec.

Stáří jizev se pohybovalo od 3 měsíců do 7 let a lokalizace – dvě na dorzální straně ruky, jedna na předloktí, jedna z ventrální strany kyčelního kloubu, jedna na koleni a jedna v oblasti břicha.

3.2 Formy sběru dat

Pro sběr dat byla zvolena forma základní anamnézy, palpačního a aspekčního vyšetření jizvy s fotodokumentací, vyšetření jizvy pomocí dotazníků VSS a POSAS a vyšetření pomocí diagnostické sonografie.

3.2.1 Palpační a aspekční vyšetření jizvy

Při tomto vyšetření byly sledovány převážně tyto parametry: barva, celkový vzhled a velikost jizvy, její tuhost, posunlivost vůči okolním měkkým tkáním, přítomnost myofibril a reflexních bolestivých bodů. Vzhled jizvy byl zaznamenán pomocí telefonního fotoaparátu (Huawei P10 Lite).

3.2.2 Vancouver scar scale

Vancouver scar scale (VSS) je jednou z nejstarších (od roku 1990) a stále nejpoužívanějších škál na hodnocení jizev (Příloha 4). Obsahuje parametry jako pigmentace, vaskularita, poddajnost a výška jizvy. (Park a spol., 2022)

3.2.3 The Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS)

Tento formulář, používaný pro vyšetření jizev, byl poprvé použit v roce 2004. Jednalo se o první verzi. Nyní je ve vývoji již verze 3.0. Pro naši práci byla použita verze 2.0 dostupná na webových stránkách www.posas.nl. (Příloha 5 a 6) Tato verze je plně ověřena a dostupná v mnoha jazycích, tedy i v češtině, a dle studie A systematic review of the quality of burn scar rating scales for clinical and research use (Tyack a spol., 2012) je vysoce spolehlivá. (Van Zuijlen a spol., 2017)

Verze 2.0 má dvě základní části, a to část pro pozorovatele, kterou vyhodnocuje vyšetřující, a část pro pacienta, která obsahuje subjektivní hodnocení jizvy pacientem. V první části pozorovatel hodnotí umístění jizvy, vaskularizaci, pigmentaci, tloušťku, reliéf, pružnost, povrch a celkové posouzení. V druhé části je pacientem hodnocena bolestivost a svědivost v posledním týdnu, barva, tuhost, tloušťka a pravidelnost jizvy oproti normální pokožce a také stejně jako v první části celkové posouzení jizvy a její umístění. (www.posas.nl)

4.2.4 Diagnostická sonografie

Jedná se o častou neinvazivní zobrazovací metodu používanou pro zobrazení měkkých tkání. Princip této metody spočívá ve vysílání, odražení (echogenita) a zpětného zachytávání ultrazvukových vln. Ultrazvukové vlny vznikají na piezoelektrickém krystalu uvnitř sondy a přenášejí se ze sondy přes ultrazvukový gel do měkkých tkání, přičemž každá struktura v těle má jinou echogenitu, tudíž odráží jiné množství ultrazvukových vln, které se opět zachytávají na sondě a přes počítač se zobrazí jiným

odstínem šedé. Hyperechogenně (bíle) se zobrazuje např. okraj kosti nebo vzduch. Hypoechogení (černé) jsou pak tekutiny, např. otoky nebo krev v cévách. (Chun a Cho, 2015)

Pro tento výzkum byl použit sonograf (DICOM) Anatomického ústavu 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze se sondou o frekvenci 24 MHz.

3.3 Parametry laseru

Pro terapii byl využit vysokovýkonový laser Zimmer Opton Pro 25 W, který je schopný aplikovat dvě až tři vlnové délky zároveň (1 060 nm, 980 nm, 810 nm). Pro studii byla použita vlnová délka 810 nm a 980 nm. Výkon 3 W. Frekvence 5-20 Hz. Hustota energie 40 J/cm². Celkově vyzářeno cca od 400 do 700 J. Parametry (frekvence a celková energie) byly zvoleny dle zkušeností přítomného terapeuta – FN Motol.

4 VÝSLEDKY

4.1 Proband 1

Pohlaví: žena

Věk: 40 let

Zaměstnání: fyzioterapeut

OA: s ničím se neléčí

FA: nebere žádné léky

Fenotyp kůže: II-III

Jizva: Po osteosyntéze IV. metakarpu 1.8.2022

Hojení probíhalo bez komplikací

Terapie jizvy během hojení – techniky měkkých tkání (TMT), silikonové náplasti

Vstupní měření (3.11.2022)

Jizva (Obrázek 2):

Hypertrofická jizva

Jizva táhne a omezuje flexi v MCP kloubech a lehce pálí

Tužší hlavně v proximální části

Posunlivost pouze lehce omezena

Myofibrily nepřítomny

Lehký otok v oblasti jizvy

Jizva červená

Výstupní měření (21.12.2022)

Jizva – změny (Obrázek 3):

Jizva méně táhne a omezuje flexi v MCP kloubech

Celkově jizva volnější a světlejší

Jizva více svědí



Obrázek 2. Fotografie jizvy
3.11.2022



Obrázek 3. Fotografie jizvy
21.12.2022

4.1.1 Vencouever scar scale

Ve VSS u probanda 1 došlo po aplikacích laseru ke snížení vaskularizace a změny barvy jizvy z červené na růžovou (Tabulka 3).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	1	1	hypopigmentace	hypopigmentace
Vaskularita	2	1	červená barva	růžová barva
Poddajnost	1	1	minimální odpor	minimální odpor
Výška	1	1	elevace do 2 mm	elevace do 2 mm

Tabulka 3. Vencouever scar scale porovnání vstupní měření 3.11.2022 a výstupní měření 21.12.2022

4.1.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 1 hlavně k snížení bolestivosti, výraznému zvýšení svědění, zlepšení barvy jizvy a výraznému zlepšení pravidelnosti jizvy (Tabulka 4).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	4	2
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	4	8
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	7	4
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	4	3
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	2	3
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	7	3
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	4	3

Tabulka 4. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní měření 3.11.2022 a výstupní měření 21.12.2022

4.1.3 POSAS – pro pozorovatele

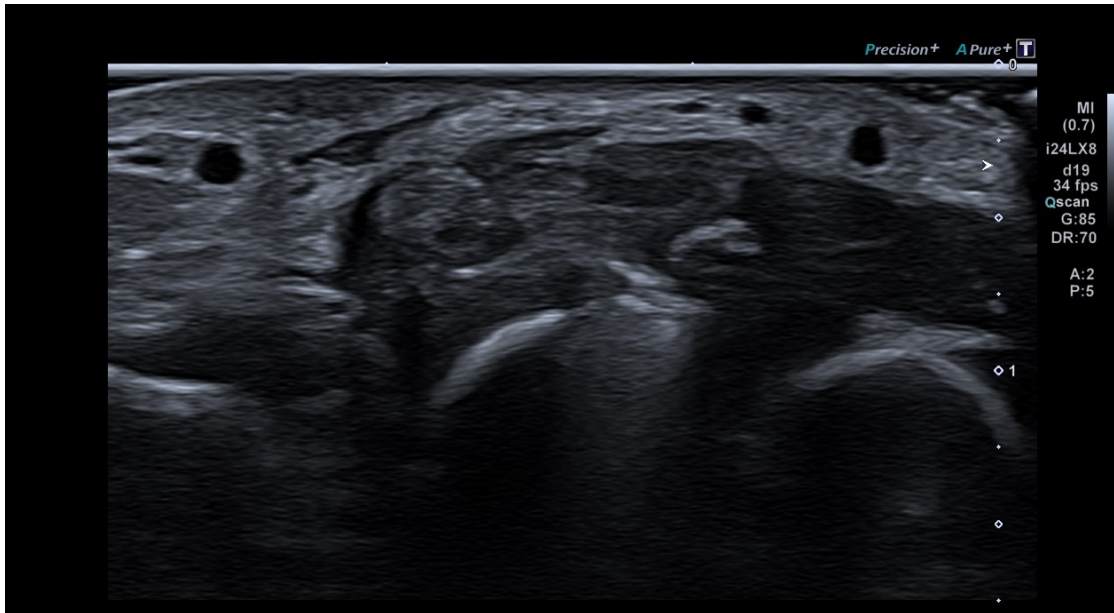
V POSAS pro pozorovatele došlo u probanda 1 hlavně k výraznému zlepšení hodnocení vaskularizace, změny barvy z červené na růžovou a změna reliéfu z většího na smíšený (Tabulka 5).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	6	2	Červená	růžová
Pigmentace	5	4	Podprůměrná	podprůměrná
Tloušťka	4	4	Tlustší	tlustší
Reliéf	4	4	Větší	smíšený
Pružnost	3	2	Poddajná	poddajná
Povrch	2	2	Smíšený	smíšený
Celkové posouzení	4	3	-	-

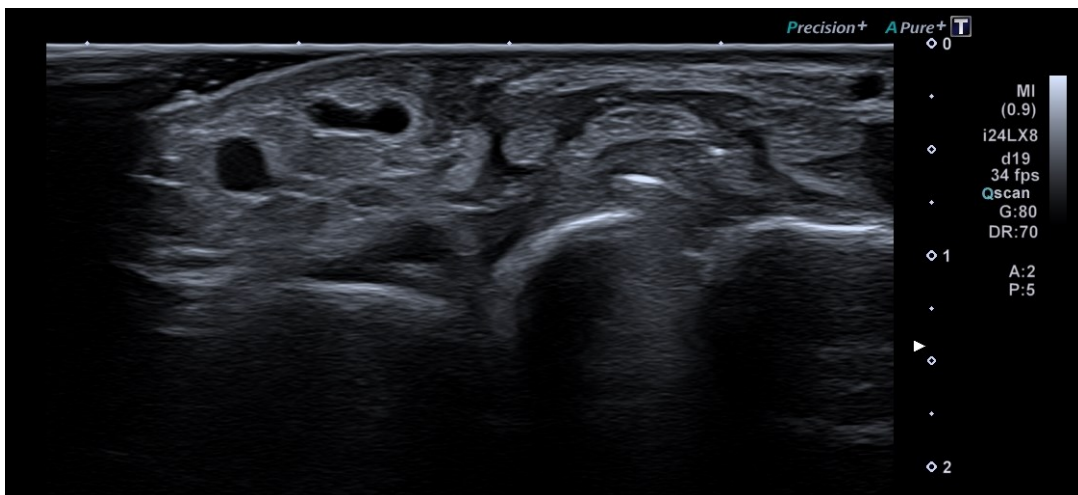
Tabulka 5. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní vyšetření 3.11.2022 a výstupní měření 21.12.2022

4.1.4 Sonografie

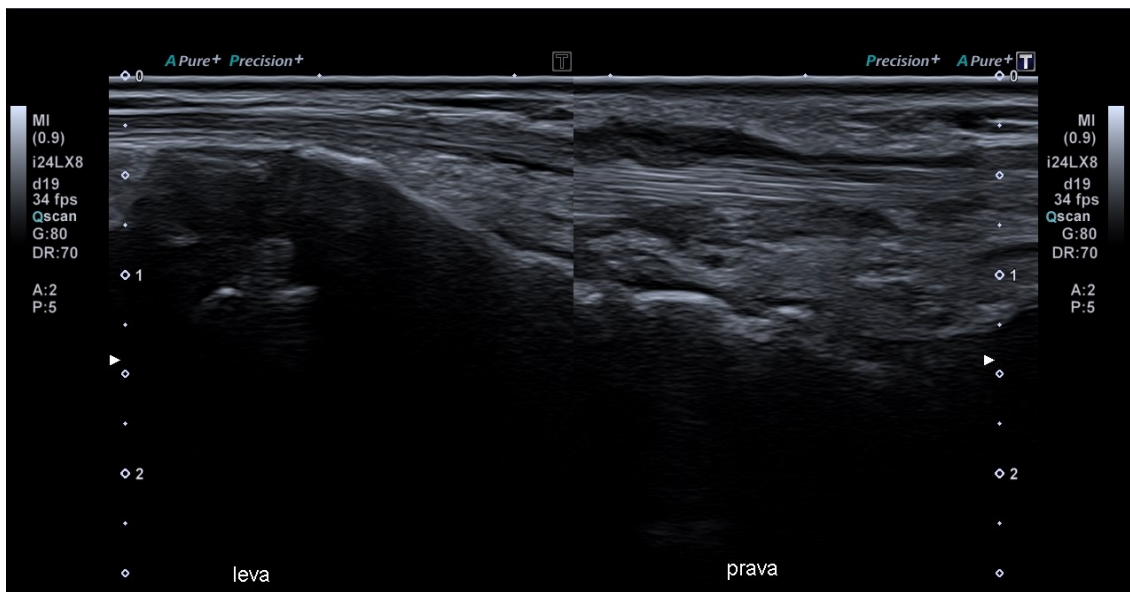
Snímky poukazují na snížení otoku kolem extensoru nad IV. původně zlomeným metakarpem (Obrázek 4-7).



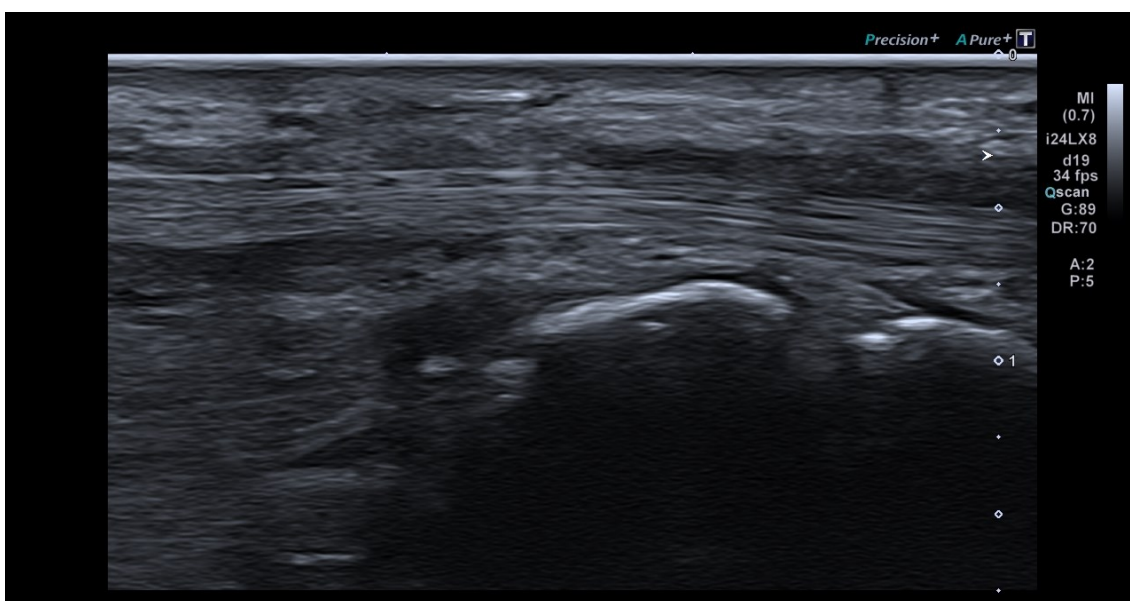
Obrázek 4. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně v nejširší části jizvy (3.11.2022)



Obrázek 5. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně v nejširší části jizvy (21.12.2022)



Obrázek 6. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně v nejširší části jizvy (21.12.2022)



Obrázek 7. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně v nejširší části jizvy (3.11.2022)
– vlevo zdravá ruka, vpravo ruka s jizvou

4.2 Proband 2

Pohlaví: žena

Věk: 38 let

Zaměstnání: radiologický asistent

OA: s ničím se neléčí

FA: nebere žádné léky

Fenotyp kůže: II-III

Jizva: Po operaci hluboké větve n. radialis l. sin (poranění z přetížení) - 2016

Rána byla sešita vstřebatelnými stehy, které se nevstřebaly. Po jejich vyndání se jizva rozšířila.

Terapie jizvy během hojení – TMT, LLLT, tejpování

Vstupní měření (6.3.2023):

Jizva (Obrázek 8):

Hypotrofická jizva

Jizva občas bolestivá a pocit pnutí v jizvě

Jizva celkově tužší

Omezená posunlivost

Přítomnost myofibril

Ve střední části palpačně bolestivá

Jizva světlá a hodně široká.

Výstupní měření (3.4.2023):

Jizva – změny (Obrázek 9):

Jizva pocitově pro pacientku volnější, méně bolestivá a hezčí

Větší prokrvení jizvy

Zlepšena posunlivost a tuhost jizvy



Obrázek 8. Fotografie jizvy
6.3.2023



Obrázek 9. Fotografie jizvy
3.4.2023

4.2.1 Vancouver scar scale

Ve VSS u probanda 2 došlo po aplikacích laseru ke snížení odporu jizvy, a tím pádem ke zlepšení poddajnosti jizvy (Tabulka 6).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	2	2	smíšená pigmentace	smíšená pigmentace
Vaskularita	1	1	růžová barva	růžová barva
Poddajnost	2	1	odpor při tlaku	minimální odpor
Výška	1	1	elevace do 2 mm	elevace do 2 mm

Tabulka 6. Vancouver scar scale porovnání vstupní měření 6.3.2023 a výstupní měření 3.4.2023

4.2.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 2 hlavně k snížení bolestivosti, zlepšení barvy, tuhosti, tloušťky a pravidelnosti jizvy (Tabulka 7).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	5	3
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	5	4
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	10	7
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	10	5
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	10	5
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	10	7
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	10	7

Tabulka 7. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní měření 6.3.2023 a výstupní měření 3.4.2023

4.2.3 POSAS – pro pozorovatele

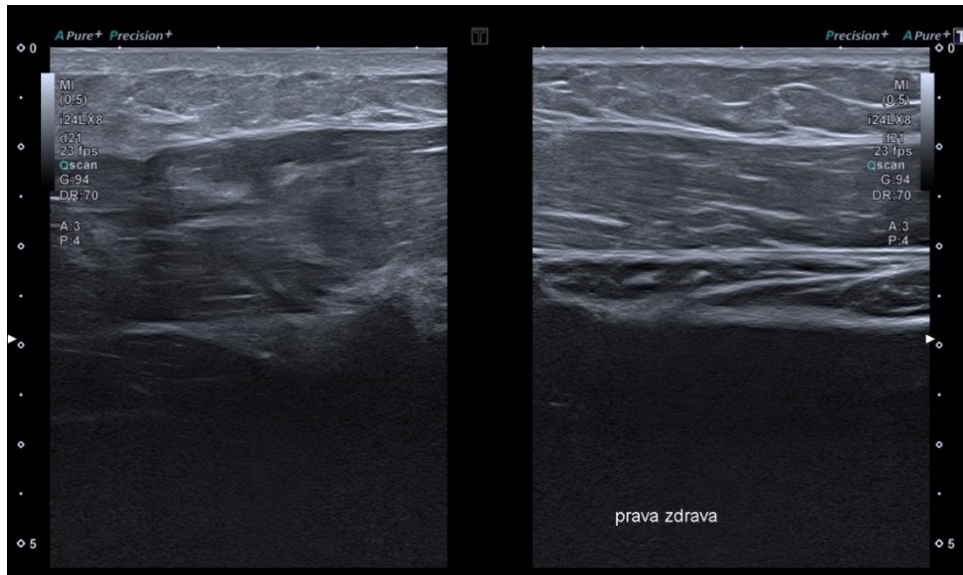
V POSAS pro pozorovatele došlo hlavně k výraznému zlepšení hodnocení vaskularizace, pigmentace, reliéfu, pružnosti a povrchu. Došlo ke změně vaskularizace z bledé na růžovou a změně pružnosti z tuhé na poddajnou. (Tabulka 8).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	8	3	bledá	růžová
Pigmentace	8	3	smíšená	smíšená
Tloušťka	6	4	tenčí	tenčí
Reliéf	9	3	smíšený	smíšený
Pružnost	8	2	tuhá	poddajná
Povrch	8	4	zvětšený	zvětšený
Celkové posouzení	8	4	-	-

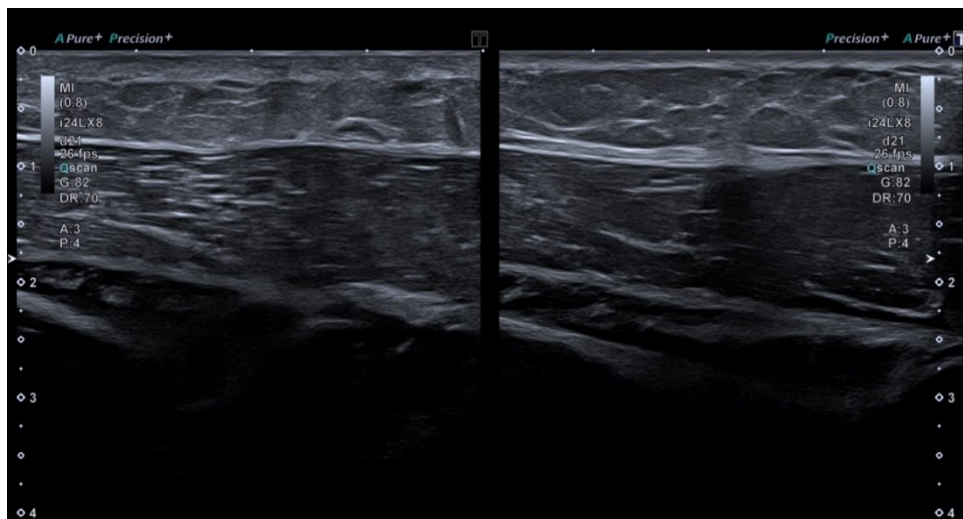
Tabulka 8. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní měření 6.3.2023 a výstupní měření 3.4.2023

4.2.4 Sonografie

Snímky nepoukazují na žádné výrazné změny vyšetřované jizvy před a po aplikaci laseru. (Obrázek 10 a 11).



Obrázek 10. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (vlevo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (6.3.2023)



Obrázek 11. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (vlevo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (3.4.2023)

4.3 Proband 3

Pohlaví: muž

Věk: 22 let

Zaměstnání: poslíček (zájmově karate, plavání, fitko)

OA: s ničím se neléčí

FA: nebere žádné léky

Fenotyp kůže: II

Jizva: Po operaci osteofytů kolene - 2019

Hojení jizvy nemělo komplikace

Terapie jizvy během hojení – žádná

Vstupní měření (1.2.2023):

Jizva (Obrázek 12):

Hypotrofická jizva

Jizva hypersenzitivní na dotek

Jizva celkově tužší

Posunlivost jizvy dobrá

Přítomnost myofibril není

Ve střední části jizvy palpačně hrbolky neznámého původu

Výstupní měření (3.5.2023):

Jizva – změny (Obrázek 13):

Jizva není hypersenzitivní na dotek.

Barva více podobná kůži



Obrázek 12. Fotografie jizvy
1.2.2023



Obrázek 13. Fotografie jizvy 3.5.2023

4.3.1 Vencouver scar scale

Ve VSS u probanda 3 nedošlo po aplikacích laseru k žádným změnám hodnocení (Tabulka 9).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	1	1	hypopigmentace	hypopigmentace
Vaskularita	1	1	růžová barva	růžová barva
Poddajnost	1	1	minimální odpor	minimální odpor
Výška	1	1	elevace do 2 mm	elevace do 2 mm

Tabulka 9. Vencouver scar scale porovnání vstupní měření 1.2.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.3.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 3 hlavně k lepšímu hodnocení barvy a tloušťky jizvy (Tabulka 10).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	1	1
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	1	1
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	4	2
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	5	6
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	4	2
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	4	5
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	5	3

Tabulka 10. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní měření 1.2.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.3.3 POSAS – pro pozorovatele

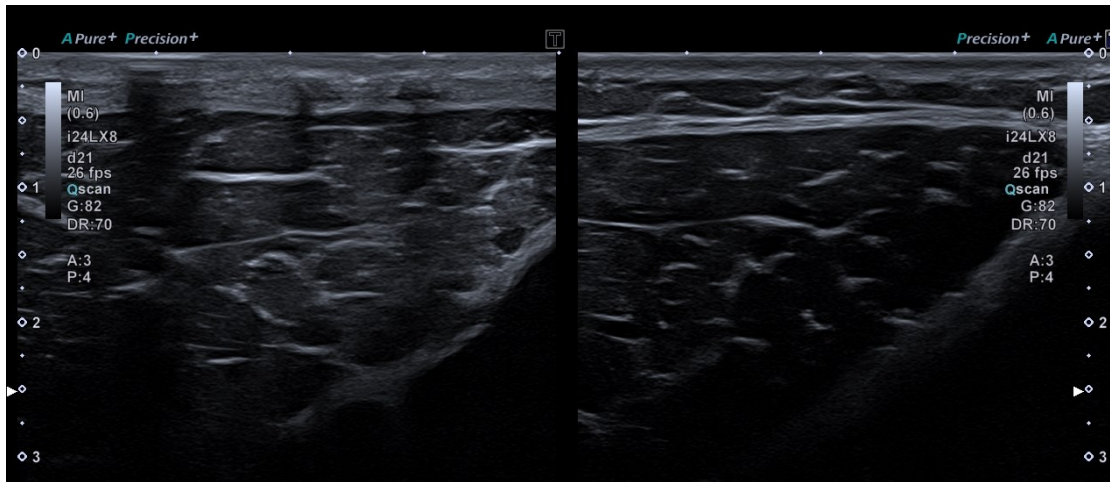
V POSAS pro pozorovatele došlo u probanda 3 hlavně ke zlepšení hodnocení pigmentace jizvy (Tabulka 11).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	4	3	bledá	bledá
Pigmentace	5	3	podprůměrná	podprůměrná
Tloušťka	3	3	tenčí	tenčí
Reliéf	3	2	smíšený	smíšený
Pružnost	1	2	poddajná	poddajná
Povrch	3	3	smíšený	smíšený
Celkové posouzení	4	3	-	-

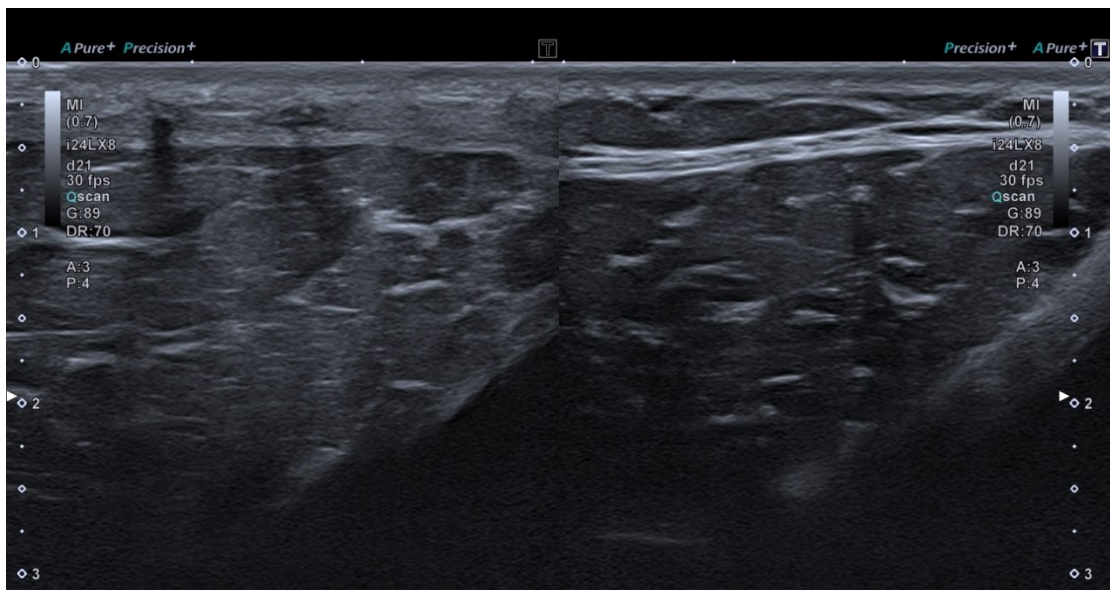
Tabulka 11. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní měření 1.2.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.3.4 Sonografie

Snímky poukazují na pravděpodobné zmenšení neznámých tělísek v jizvě.
(Obrázek 14 a 15).



Obrázek 14. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (vlevo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (1.2.2023)



Obrázek 15. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (vlevo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (3.5.2023)

4.4 Proband 4

Pohlaví: žena

Věk: 20 let

Zaměstnání: student fyzioterapie

OA: s ničím se neléčí

FA: antikoncepce

Fenotyp kůže: II

Jizva: Po operaci dysplazie kyčelního kloubu vpravo – 2020

Hojení jizvy nemělo komplikace

Terapie jizvy během hojení – TMT, krémy (aloe vera, konopí)

Vstupní měření (25.1.2023):

Jizva (Obrázek 16):

Hypotrofická jizva

Hyposenzitivní oblast v okolí jizvy

Posunlivost jizvy dobrá

Přítomnost myofibril není

Výstupní měření (3.5.2023):

Jizva – změny (Obrázek 17):

Senzitivní čítí v okolí jizvy normalizováno



*Obrázek 16. Fotografie jizvy
25.1.2023*



*Obrázek 17. Fotografie jizvy
3.5.2023*

4.4.1 Vencouever scar scale

Ve VSS u probanda 4 nedošlo po aplikacích laseru k žádným změnám hodnocení (Tabulka 12).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	1	1	hypopigmentace	hypopigmentace
Vaskularita	1	1	růžová barva	růžová barva
Poddajnost	1	1	minimální odpor	minimální odpor
Výška	0	0	nivo zdravé kůže	nivo zdravé kůže

Tabulka 12. Vencouever scar scale porovnání vstupní měření 25.1.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.4.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 4 hlavně ke zvýšení svědivosti jizvy (Tabulka 13).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	1	1
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	1	3
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	3	2
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	1	2
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	1	1
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	3	3
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	2	2

Tabulka 13. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní měření 25.1.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.4.3 POSAS – pro pozorovatele

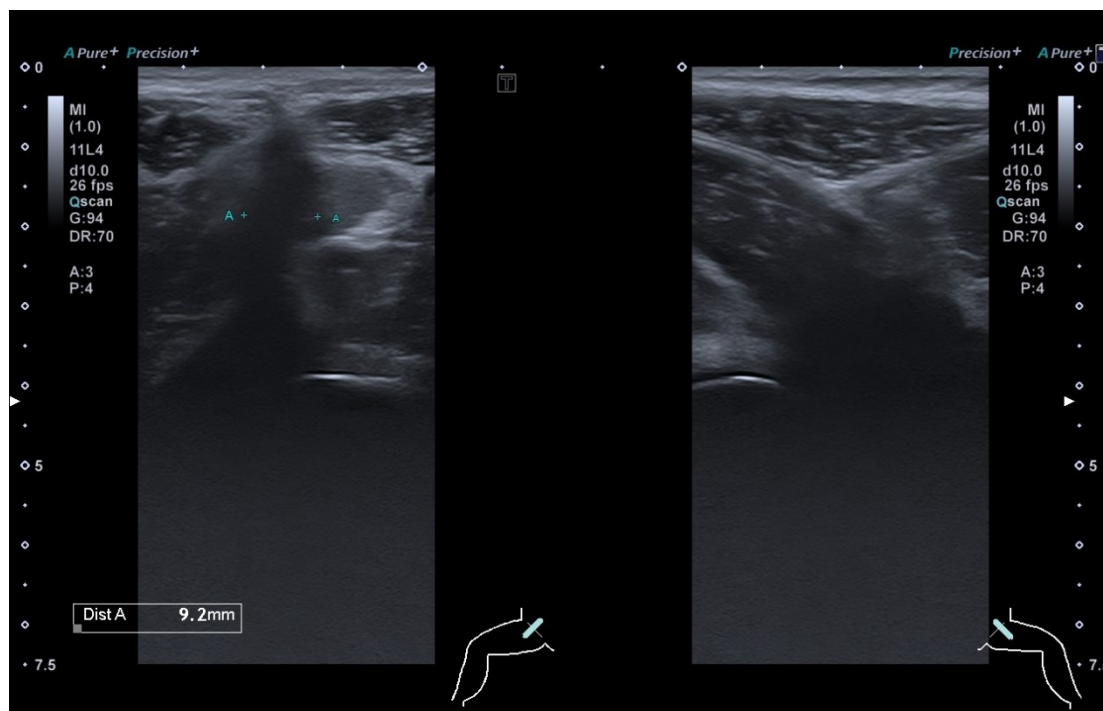
V POSAS pro pozorovatele došlo u probanda 4 hlavně ke zlepšení hodnocení vaskularizace a pigmentace jizvy (Tabulka 14).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	5	3	bledá	bledá
Pigmentace	5	3	podprůměrná	podprůměrná
Tloušťka	2	2	tenčí	tenčí
Reliéf	3	2	menší	smíšený
Pružnost	2	2	poddajná	poddajná
Povrch	2	2	zvětšený	zvětšený
Celkové posouzení	3	2	-	-

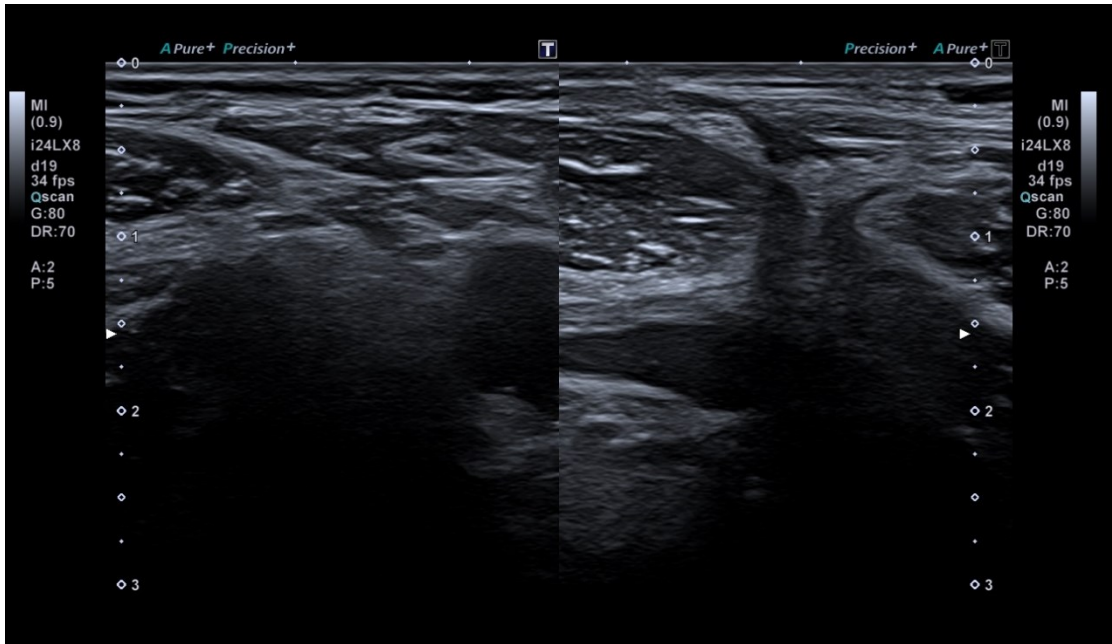
Tabulka 14. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní měření 25.1.2023 a výstupní měření 3.5.2023

4.4.4 Sonografie

Snímky poukazují na snížení otoku kolem jizevnaté tkáně (Obrázek 18 a 19).



Obrázek 18. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně uprostřed jizvy (vlevo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (25.1.2023)



Obrázek 19. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně uprostřed jizvy (vpravo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (3.5.2023)

4.5 Proband 5

Pohlaví: žena

Věk: 30 let

Zaměstnání: fyzioterapeut

OA: s ničím se neléčí

FA: žádné léky

Fenotyp kůže: II

Jizva: Po osteosyntéze III. metakarpu pravé ruky - 2021

Hojení jizvy nemělo komplikace

Terapie jizvy během hojení – TMT, mobilizace, cvičení, ergoterapie

Vstupní měření (13.7.2022):

Jizva (Obrázek 20):

Hypertrofická jizva

Omezená dorzální flexe zápěstí a pocit tahu v jizvě při sevření prstů do pěsti

Svědění a pálení v jizvě při pohybech ruky

Po zvýšené zátěži ruky – otok

Posunlivost jizvy dobrá

Přítomnost myofibril není

Proximálně v jizvě aktivní reflexní body

Výstupní měření (11.8.2022):

Jizva – změny (Obrázek 21):

Jizva méně svědí a tah při sevření prstů se výrazně zmenšil.



Obrázek 20. Fotografie jizvy 13.7.2022



Obrázek 21. Fotografie jizvy 11.8.2022

4.5.1 Vencouver scar scale

Ve VSS u probanda 5 došlo po aplikacích laseru ke snížení odporu jizvy a tím pádem ke zlepšení poddajnosti jizvy (Tabulka 15).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	1	1	hypopigmentace	hypopigmentace
Vaskularita	2	2	červená barva	červená barva
Poddajnost	2	1	odpor při tlaku	minimální odpor
Výška	1	1	elevace do 2 mm	elevace do 2 mm

Tabulka 15. Vencouver scar scale porovnání vstupní měření 13.7.2022 a výstupní měření 11.8.2022

4.5.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 5 hlavně ke snížení bolestivosti a tuhosti jizvy (Tabulka 16).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	5	1
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	3	2
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	8	7
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	6	3
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	4	3
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	3	3
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	6	4

Tabulka 16. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní vyšetření 13.7.2022 a výstupní 11.8.2022

4.5.3 POSAS – pro pozorovatele

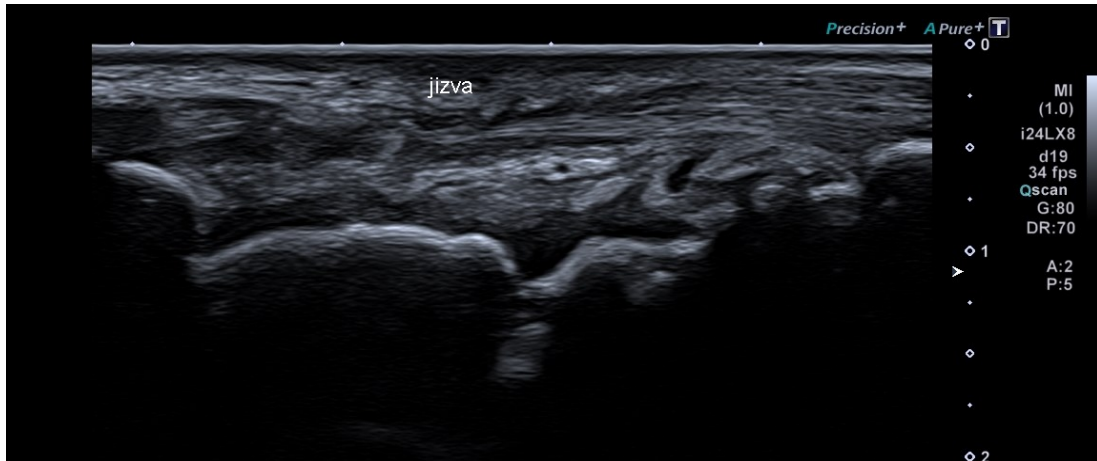
V POSAS pro pozorovatele došlo u probanda 5 ke změně reliéfu z většího na smíšený. (Tabulka 17).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	6	7	červená	červená
Pigmentace	2	3	podprůměrná	podprůměrná
Tloušťka	4	4	tlustší	tlustší
Reliéf	2	3	větší	smíšený
Pružnost	3	2	poddajná	poddajná
Povrch	3	3	zvětšený	zvětšený
Celkové posouzení	4	4	-	-

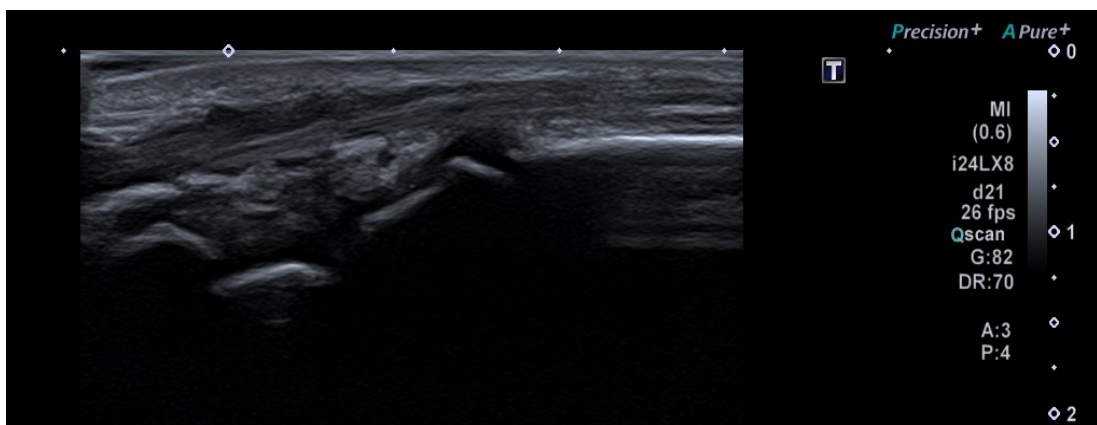
Tabulka 17. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní vyšetření 13.7.2022 a výstupní 11.8.2022

4.5.4 Sonografie

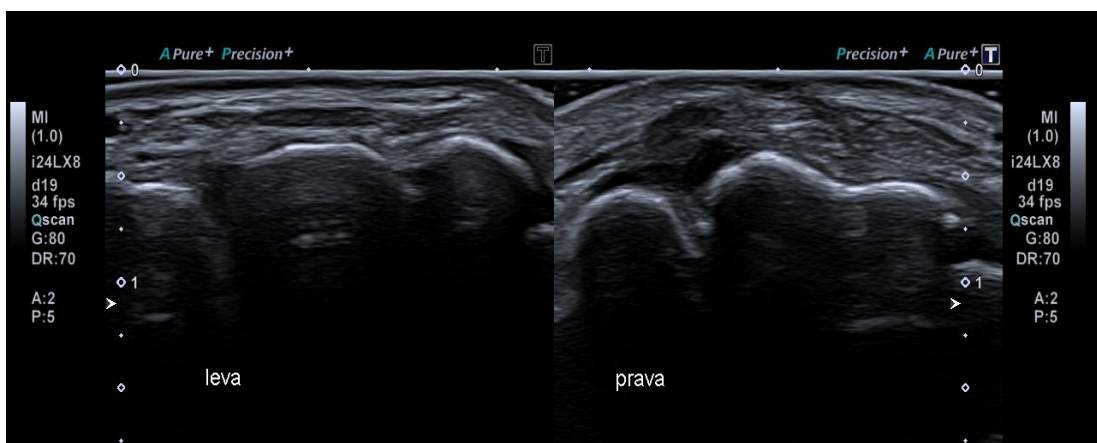
Snímky poukazují na snížení otoku u III. metakarpu a zlepšení organizace měkkých tkání kolem extensoru nad III. metakarpem (Obrázek 22-25).



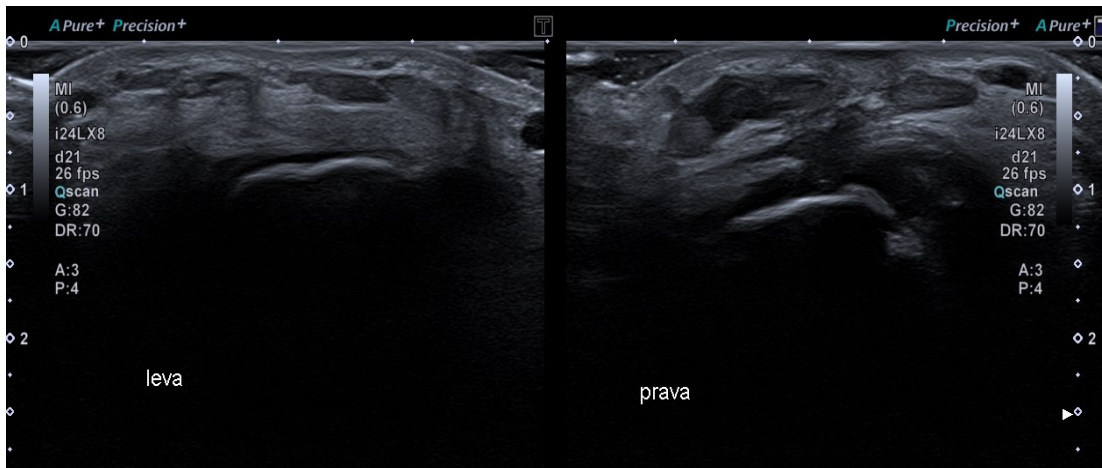
Obrázek 22. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (13.7.2022)



Obrázek 23. Snímek jizvou a okolními tkáněmi podélně uprostřed jizvy (11.8.2022)



Obrázek 24. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně uprostřed jizvy (vpravo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (13.7.2022)



Obrázek 25. Snímek jizvou a okolními tkáněmi příčně uprostřed jizvy (vpravo) – porovnání s tkáněmi bez jizvy na druhé straně (11.8.2022)

4.6 Proband 6

Pohlaví: muž

Věk: 63 let

Zaměstnání: správce a předseda aeroklubu

OA: DM II, hypertenze

FA: léky na DM II a na hypertenzi

Fenotyp kůže: III

Jizva: Po laparoskopickém odstranění žlučníku (pravá strana nad tříselem) – 2022

Hojení jizvy nemělo komplikace

Terapie jizvy během hojení – žádná

Vstupní měření (7.9.2023):

Jizva (Obrázek 26):

Hypotrofická jizva

Bolestivost v oblasti jizvy při vstávání, chůzi, práci

Posunlivost jizvy dobrá

Přítomnost myofibril není

V hloubce jizvy palpačně malá rezistence a bolestivost

Výstupní měření (20.10.2023):

Jizva – změny (Obrázek 27):

Žádná bolestivost poblíž jizvy při jakékoliv činnosti.



Obrázek 26. Fotografie jizvy 7.9.2023



Obrázek 27. Fotografie jizvy 20.10.2023

4.6.1 Vencouwer scar scale

Ve VSS u probanda 6 nedošlo po aplikacích laseru k žádným změnám hodnocení (Tabulka 18).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Pigmentace	1	1	hypopigmentace	hypopigmentace
Vaskularita	1	1	růžová barva	růžová barva
Poddajnost	1	1	minimální odpor	minimální odpor
Výška	0	0	nivo zdravé kůže	nivo zdravé kůže

Tabulka 18. Vencouwer scar scale porovnání vstupní měření 7.9.2023 a výstupní měření 20.10.2023

4.6.2 POSAS – pro pacienta

V POSAS pro pacienta došlo u probanda 6 hlavně ke snížení bolestivosti jizvy (Tabulka 19).

Otázka	Vstupní měření	Výstupní měření
Byla jizva během uplynulých několika týdnů bolestivá?	5	1
Svědila Vás jizva během uplynulých několika týdnů?	1	1
Je barva jizvy v současné době odlišná od barvy Vaší normální pokožky?	2	2
Je tuhost jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	1	1
Je tloušťka jizvy v současné době odlišná od Vaší normální pokožky?	2	1
Je jizva v současné době méně pravidelná než Vaše normální pokožka?	2	2
Jaké je Vaše celkové posouzení jizvy ve srovnání s normální pokožkou?	3	2

Tabulka 19. POSAS – pro pacienta porovnání vstupní vyšetření 7.9.2023 a výstupní 20.10.2023

4.6.3 POSAS – pro pozorovatele

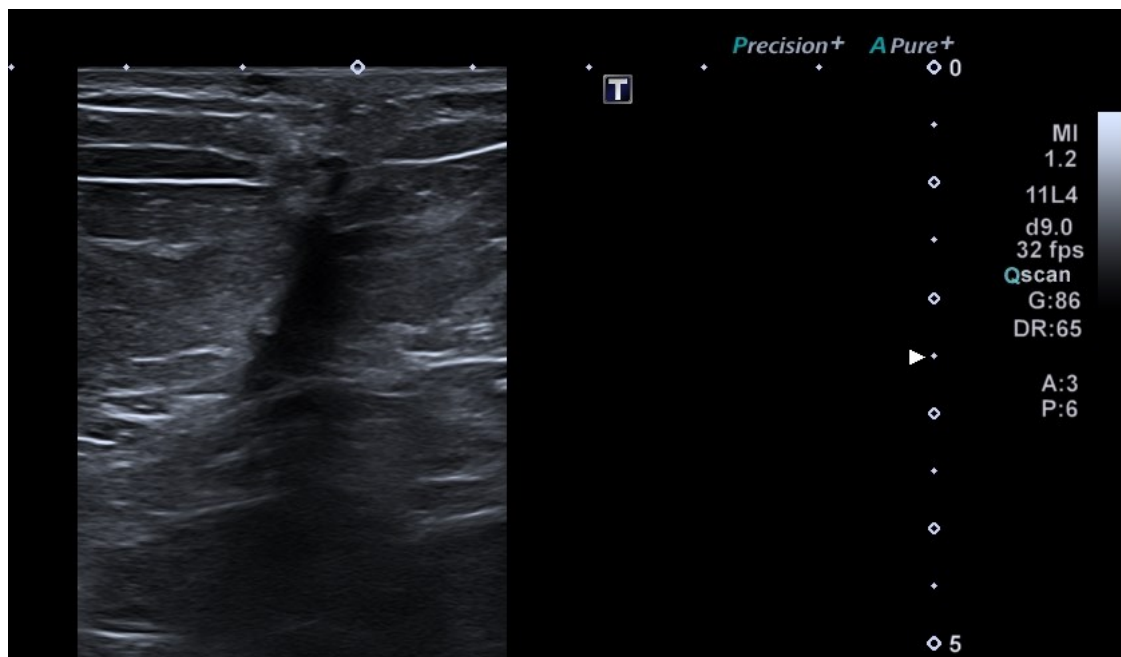
V POSAS pro pozorovatele nedošlo u probanda 6 k žádným výrazným změnám (Tabulka 20).

Parametr	Body vstup	Body výstup	Projev vstup	Projev výstup
Vaskularizace	3	3	bledá	bledá
Pigmentace	2	3	podprůměrná	podprůměrná
Tloušťka	1	2	tenčí	tenčí
Reliéf	2	2	smíšený	smíšený
Pružnost	3	2	poddajná	poddajná
Povrch	2	2	smíšený	smíšený
Celkové posouzení	2	2	-	-

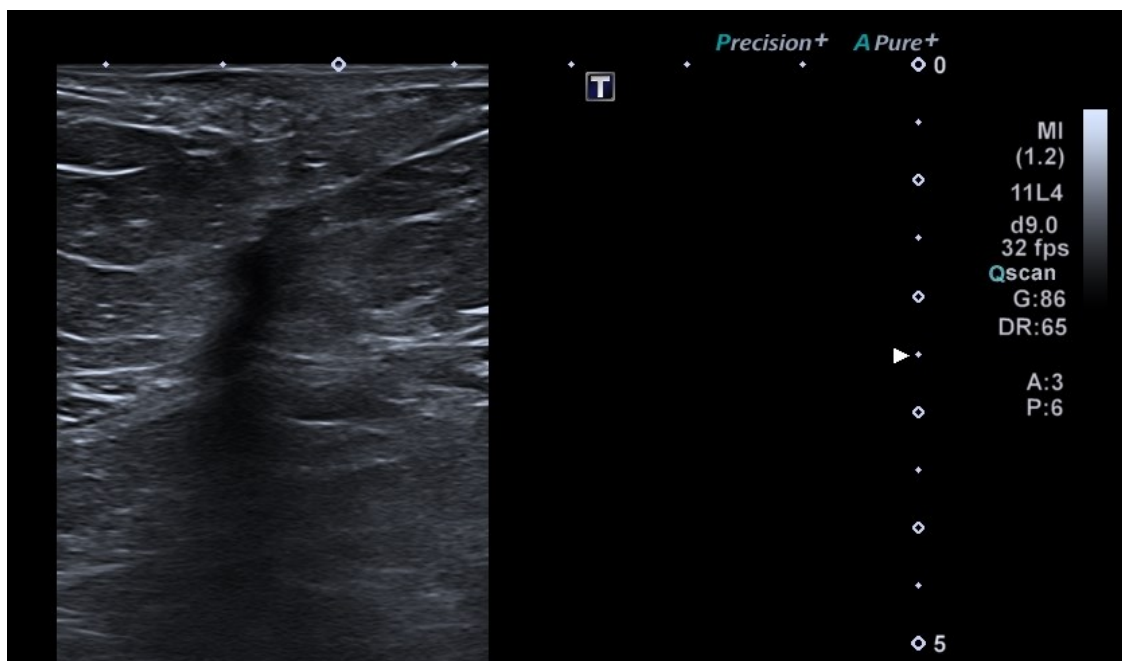
Tabulka 20. POSAS – pro pozorovatele porovnání vstupní vyšetření 7.9.2023 a výstupní 20.10.2023

4.6.4 Sonografie

Snímky poukazují na snížení otoku kolem jizevnaté tkáně (Obrázek 28 a 29).



Obrázek 28. Snímek jizvou a okolními tkáněmi (7.9.2023)



Obrázek 29. Snímek jizvou a okolními tkáněmi (20.10.2023)

4.7 Shrnutí

U škály Vencouever scar scale došlo u jednoho probanda ke změně barvy z červené na růžovou a u dvou probandů došlo ke zlepšení poddajnosti jizvy. U ostatních probandů škála nezaznamenala změny. (Tabulka 21)

Parametr (VSS)	Zlepšení (počet probandů)	Zhoršení (počet probandů)	Žádná změna (počet probandů)
Pigmentace	1	0	5
Vaskularita	0	0	6
Poddajnost	2	0	4
Výška	0	0	6

Tabulka 21. Shrnutí výsledků všech probandů u škály VSS

U POSAS pro pacienta došlo u bolestivosti jizvy ke zlepšení u čtyř probandů a k žádné změně u dvou probandů. Svědění jizvy se u dvou probandů zhoršilo, u dvou zlepšilo a u dvou nezměnilo. Barva jizvy se zlepšila u pěti probandů a u jednoho se nezměnila. Tuhost jizvy se u dvou probandů zhoršila, u tří zlepšila a u jednoho nezměnila. Tloušťka jizvy se u jednoho probanda zhoršila, u tří zlepšila a u dvou nezměnila. Pravidelnost jizvy se u jednoho probanda zhoršila, u dvou zlepšila a u tří nezměnila. Celkové hodnocení jizvy se u pěti probandů zlepšilo a u jednoho nezměnilo. (Tabulka 22)

Ke zlepšení došlo u POSAS pro pacienta hlavně u barvy jizvy, bolestivosti jizvy a celkového hodnocení jizvy.

Parametr (POSAS – pro pacienta)	Zlepšení (počet probandů)	Zhoršení (počet probandů)	Žádná změna (počet probandů)
Bolestivost	4	0	2
Svědění	2	2	2
Barva	5	0	1
Tuhost	3	2	1
Tloušťka	3	1	2
Pravidelnost	2	1	3
Celkové hodnocení	5	0	1

Tabulka 22. Shrnutí výsledků všech probandů u POSAS pro pacienta

U POSAS pro pozorovatele se vaskularizace u jednoho probanda zhoršila, u čtyř zlepšila a u jednoho nezměnila. Pigmentace se u dvou probandů zhoršila a u čtyř zlepšila. Tloušťka se u jednoho probanda zhoršila, u jednoho zlepšila a u čtyř nezměnila. Reliéf se u jednoho probanda zhoršil, u tří zlepšil a u dvou nezměnil. Pružnost se u jednoho probanda zhoršila, u čtyř zlepšila a u jednoho nezměnila. Povrch se u jednoho probanda zlepšil a u pěti nezměnil. Celkové hodnocení se u čtyř probandů zlepšilo a u dvou nezměnilo. (Tabulka 23)

Ke zlepšení došlo u POSAS pro pozorovatele hlavně u vaskularizace jizvy, pigmentace jizvy, pružnosti jizvy a celkového hodnocení jizvy.

Parametr (POSAS pro pozorovatele)	Zlepšení (počet probandů)	Zhoršení (počet probandů)	Žádná změna (počet probandů)
Vaskularizace	4	1	1
Pigmentace	4	2	0
Tloušťka	1	1	4
Reliéf	3	1	2
Pružnost	4	1	1
Povrch	1	0	5
Celkové hodnocení	4	0	2

Tabulka 23. Shrnutí výsledků všech probandů u POSAS pro pozorovatele

U sonografického vyšetření došlo u všech probandů jen k mírným změnám. Většinou se jednalo o snížení otoku a prosáknutí měkkých tkání a lehkou změnu uspořádání jizevnaté tkáně a jejího okolí (z chaotické na více uspořádanou a podobnější druhé zdravé straně).

5 DISKUZE

Výzkumu se i přes snahu účastnila jen velmi malá skupina probandů. Mnoho lidí i nadále nepřikládá problematice jizvy velkou váhu a své obtíže si většinou s jizvou ani nespojují. Jiní se pak odmítli výzkumu účastnit z důvodu vzdáleného bydliště od Prahy nebo své pracovní vytíženosti. Několika možným probandům byl pak laser bohužel kontraindikován. Ale i přes malou skupinu probandů se ukázaly oblasti, ve kterých vysokovýkonná laserová terapie byla ve většině případů přínosná.

Jednou z těchto oblastí byla bolestivost. Naše studie ukázala, že po terapii vysokovýkonovým laserem byla bolestivost u čtyř probandů z šesti snížena a u zbylých dvou se nezhoršila. Ohledně pozitivního vlivu laseru na bolest pojednává i studie Songa a spol. (2018), dále studie Tyacka a spol. (2012) nebo studie Ezzatiho a spol. (2020), která prohledávala databáze Medline, PubMed, EMBASE, Cochrane, Google Scholar, Springer a ISI do srpna 2018 a porovnávala všechny studie zabývající se vysokovýkonnou laserovou terapií a vlivem této terapie na bolesti pohybového aparátu. Ve výsledcích studie Ezzatiho a spol. (2020) vyšlo, že cca 94 % z 19 jimi vyříděných a vysoce kvalitních studií (stupnice hodnocení PEDro ≥ 7) prokázalo pozitivní účinky vysokovýkonového laseru na bolestivost. Dále se v této studii ukázalo, že jiné metody snižující bolestivost v kombinaci s vysokovýkonnou laserovou terapií poté účinkují mnohem lépe. Popisuje to např. studie Ebida a spol. (2015), která zaznamenala větší snížení bolestivosti u pacientek po mastektomii při kombinaci vysokovýkonového laseru s rutinním programem fyzikální terapie (kryoterapie, biofeedback, iontoforéza, transkutánní elektrická nervová stimulace a masáž) než pokud použili jen rutinní fyzikální terapii bez laseru. Podobných výsledků dosáhla i studie El-Shamy a spol. (2018), která kombinovala laserovou terapii s cvičebním programem. Na druhou stranu studie Chongkriengkraie a spol. (2023), která kombinovala laser s dlahováním a cvičením u pacientů s Morbus de Quervain, nezaznamenala žádné významné změny v bolestivosti ani v jiných aspektech. Otázkou však zůstává, jak moc může právě laser ovlivnit toto onemocnění, protože primární příčinou Morbus de Quervain je právě degenerativní ztlustění retinakula extenzorů pokrývající první extenzorový kompartment a zbytnělé retinakulum pak nadále dráždí šlachy extenzorů (m. extensor pollicis brevis a m. abduktor longus) při každém pohybu (Huisstede, 2014). Jedinou možností je pak chirurgický zákrok (Huisstede, 2014).

Jednou z dalších modalit, která byla u většiny probandů v naší práci zlepšena, byla pružnost jizvy. POSAS zachytil zlepšení u čtyř probandů z šesti. Studie Deflorin a spol. (2020) hodnotila výsledky z dalších provedených studií, jaký vliv mají různé terapie (masáž, terapie rázovou vlnou, aplikace silikonu, hydratační krém s proteázovými enzymy, neinvazivní laserová terapie) na různé modalit jizev – v případě této studie vybrali autoři bolest, pigmentaci, poddajnost, svědění, tloušťku a povrch jizev. Výsledky zde ukazují, že největší pozitivní účinky na poddajnost a pružnost pooperačních jizev měla právě pulzní laserová terapie.

Další z modalit, která se u probandů často měnila, byla barva jizvy. Ta byla změněna na základě změny pigmentace a vaskularizace jizvy. Ma a spol. (2023) ve své studii potvrzují pozitivní vliv laserové terapie na pigmentaci a vaskularizaci u jizev po popáleninách v důsledku metabolických změn ozařovaného místa.

Na snímcích ze sonografie je nejčastěji zaznamenáno zmenšení otoku a prosáknutí jizevnaté tkáně. Je prokázáno, že vysokovýkonná laserová terapie způsobuje lokální vazodilataci cév, a to i těch lymfatických, což umožňuje lepší vstřebávání otoku (Navrátil a spol., 2015). Toto je popsáno i ve studii Szaboa a spol. (2022).

V průběhu výzkumu došlo po aplikacích vysokovýkonového laseru u dvou probandů k zvýšení svědivosti jizvy. V prvním případě se projevila u probanda 1, který měl hypertrofickou bolestivou jizvu s otokem nad IV. metakarpem. Po aplikacích laseru sice došlo ke snížení bolestivosti a otoku jizvy, ale bylo nahrazeno výraznou svědivostí jizvy. V druhém případě se jednalo o hypotrofickou jizvu s poruchou čítí (hyposenzitivní). Po aplikacích laseru došlo k návratu senzitivního čítí, ale i ke vzniku svědění jizvy. V obou případech došlo pravděpodobně ke změnám v hojení, které svědění zpustilo. Svědění jizev je v procesu hojení jizev možné, ale z fyziologického hlediska jen velmi málo prozkoumaný fenomén. Nepodařilo se najít studii, která by se zabývala souvislostí použití laseru a zvýšení svědivosti jizev.

V naší práci byly u vysokovýkonového laseru využity dvě vlnové délky současně (810 nm, 980 nm). Kombinací více vlnových délek se mnoho studií nezabývalo. Studie Jurczyszyna a spol. (2020) zkoumala tuto záležitost na kombinaci vlnových délek 450 nm, 520 nm a 640 nm. Výsledky ukázaly, že různou kombinací vlnových délek lze dosáhnout vyššího zahřátí měkkých tkání a vyšší hloubky průniku. Je potřeba však ještě provést více výzkumů na toto téma.

Otázkou zůstává optimální nastavení parametrů vysokovýkonové laserové terapie pro ovlivnění různých typů jizev. Zatím neexistuje dostatek kvalitních a jednotných studií, které by tyto parametry s jistotou určily.

Nejvíce změn během měření nám v naší práci poskytla škála POSAS 2.0. Ve studii Tyacka a spol. (2012), kde srovnávali mezi sebou 18 různých stupnic a škál pro hodnocení jizev (mimo jiné i námi použitou škálu VSS – nejčastěji používaná škála ve studiích všeobecně), výsledky ukázaly, že pouze škála POSAS 2.0 získala hodnocení vysoké kvality v položce spolehlivosti pro celkové skóre a subškály vaskularizace. Všechny ostatní škály a subškály dostaly neurčité hodnocení kvality. I přes to, že POSAS 2.0 se řadí mezi kvalitní a spolehlivé škály pro hodnocení jizev (Van de Kar a spol., 2005), má určité nedostatky. Franchignoni a spol. (2019) vytvořil studii, v které po 2 roky ve dvou rehabilitačních centrech otestovali 115 pacientů pomocí této škály. Výzkum poukazuje na nefunkčnost deseti-úrovňové hodnotící stupnice. Pro mnoho pacientů bylo často velmi obtížné rozlišit mezi 10 úrovněmi odpovědí. Zkrácením škál na pěti-úrovňové dosáhli autoři větší přesnosti výsledků. Další nedostatky popisuje v článcích Carrière a spol. (2023a, 2023b). Tyto články popisují vývoj nové vylepšené verze POSAS 3.0, která byla představena poprvé v roce 2022. Tato verze obsahuje proti POSAS 2.0 již zmíněné pěti-úrovňové hodnocení doplněné slovně. Dále v části dotazníku pro pacienta je hodnoceno až 17 položek a proti předešlé verzi byla z důvodů větší srozumitelnosti pro pacienty zaměněna některá slova (např. tuhost a tloušťka za slova tvrdost a výška). Část pro pozorovatele nově obsahuje napětí jizvy a její posunlivost. Celý POSAS 3.0 má pak dvě verze – generickou (pro všechny typy jizev kromě lineárních) a pro lineární jizvy.

I přes relativně krátkou dobu sledování probandů a méně aplikací laseru se projeví i určité změny na snímcích diagnostické sonografie (snížení prosáknutí měkkých tkání, změna uspořádání jizevnatých tkání). V potaz však přichází, jak moc mohou být snímky přesné. Bylo prakticky nemožné zachytit úplně přesně stejnou část jizvy během vstupního a výstupního měření, a je tedy nezbytné počítat i přes maximální úsilí s milimetrovými odchylkami, které tak mohly výrazně ovlivnit výsledky. Vzhledem k malým praktickým zkušenostem vyšetřujícího s diagnostickou sonografií se nepodařilo ani správně ohlídat parametry diagnostické sonografie mezi vstupním a výstupním měřením, což též komplikuje vyhodnocení snímků a zkresluje výsledky.

I přes relativně krátký časový úsek, přes málo laserových aplikací s až týdenní pauzou a přes nehomogenní vzorek probandů a jizev (různé stáří probandů – 20 let až 63 let, různé stáří jizev 3 měsíce až 6 let, různá lokalizace jizev) se projevil u všech

probandů nějaký pozitivní efekt. To naznačuje vysokou účinnost vysokovýkonových laserů. Díky vyššímu výkonu a energii je laser schopný více zvýšit hustotu energie v tkáních, čímž pak dosáhne většího tepelného efektu, ale i větší hloubky průniku a výrazného časového zkrácení terapie (Wibisono a spol., 2024). Studie Naruseviciute a spol. (2020) se zabývala porovnáním vysokovýkonového a nízkovýkonového laseru při léčbě plantární fascitidy. Celkem 102 účastníků bylo náhodně rozděleno do dvou skupin, přičemž po dobu 3 týdnů (8 sezení) byla jedna skupina ozařována vysokovýkonovým laserem a druhá nízkovýkonovým laserem. Výsledky z vyšetření před a po aplikacích sice neukázaly žádný signifikantní rozdíl mezi skupinami v analogové škále bolesti, tlakové algometrii nebo sonografickém měření tloušťky plantární fascie, ale významný rozdíl ve prospěch vysokovýkonového laseru nastal při hodnocení účastníky. V této skupině 73 % účastníků hodnotilo léčbu účinnější o více jak 50 %. Podobných výsledků ve prospěch HILT dosáhla i studie Ordahana a spol. (2023), která srovnávala tyto 2 laserové terapie (HILT a LLLT) na vzorku pacientů s adhezivní kapsulitidou ramene.

ZÁVĚR

Laserová terapie patří mezi jednu z velmi účinných, rychlých a neinvazivních terapií jizev s minimem kontraindikací a komplikací. Lasery se používají u právě vzniklých jizev, ale mají svůj význam i u roky starých jizev. Vysokovýkonové lasery díky vyššímu výkonu jsou schopné dosáhnout vyšších hustot energie v tkáních a tím i větší hloubky průniku do měkkých tkání, vyššího prohřátí, a tudíž k výraznému zkrácení času terapie a k lepším účinkům oproti nízkovýkonovým laserům. Hlavní účinky vysokovýkonových laserů u jizev jsou zvýšená regenerace a reparace tkání, analgésie, snížení zánětlivých procesů a snížení otoku. Laser lze kombinovat s dalšími terapiemi jako např. cvičením, měkkými technikami, či jinou fyzikální terapií a významně podporuje jejich účinek.

Získané výsledky měření byly značně individuální, ale i přes relativně krátký časový úsek terapie, méně aplikací laseru s až týdenní pauzou a nehomogenním vzorkem probandů i jizev, bylo možné sledovat i určité trendy ve vlivu vysokovýkonového laseru. Výzkum u většiny probandů ukázal zlepšení v oblasti bolestivosti jizvy, pružnosti jizvy a barvy jizvy (pigmentace a vaskularizace). U většiny probandů pak došlo k subjektivnímu i objektivnímu zlepšení celkového hodnocení jizvy. Tyto trendy byly potvrzeny i v porovnání s dalšími studii, které se zabývaly podobnou problematikou.

I v případě 6 let staré jizvy byly zaznamenány výrazné pozitivní změny. Ukazuje se, že vysokovýkonový laser, při zvolení správných parametrů, je tedy schopen kladně ovlivnit i poměrně staré jizvy, a tím výrazně zlepšit kvalitu života postižených osob. Otázkou zůstává optimální nastavení parametrů vysokovýkonové laserové terapie pro ovlivnění různých typů jizev. Většina terapeutů se rozhoduje podle zkušeností a zatím neexistuje dostatek kvalitních a jednotných studií, které by tyto parametry s jistotou určily.

Pro dosažení průkaznějších výsledků ve využití vysokovýkonového laseru k ošetření jizev by bylo potřeba provést další studie se zahrnutím mnohem většího počtu probandů a specifikovat přesněji kritéria pro jizvy, skupinu probandů a sledovat účinky laseru po delší dobu.

REFERENČNÍ SEZNAM

ALAYAT, Mohamed Salaheldien Mohamed, Tarek Helmy Ahmed ALY, Aly Elsayed Mohamed ELSAYED a Ammar Suliman Mohamed FADIL. Efficacy of pulsed Nd: YAG laser in the treatment of patients with knee osteoarthritis. *Lasers in Medical Science*. 2017, **32**(3), 503-511. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-017-2141-x

AL MUSAWI, Mustafa S., M. S. JAAFAR, B. AL-GAILANI, Naser M. AHMED, Fatanah M. SUHAIMI a Nursakinah SUARDI. Effects of low-level laser irradiation on human blood lymphocytes in vitro. *Lasers in Medical Science* [online]. 2017, **32**(2), 405-411 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-016-2134-1

CARRIÈRE, M. E., L. B. MOKKINK, Z. TYACK, et al. Development of the Patient Scale of the Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) 3.0: a qualitative study. *Quality of Life Research* [online]. 2023a, **32**(2), 583-592 [cit. 2024-08-10]. ISSN 0962-9343. Dostupné z: doi:10.1007/s11136-022-03244-6

CARRIÈRE, M.E., Z. TYACK, M.J. WESTERMAN, J. PLEAT, A. PIJPE, P.P.M. VAN ZUIJLEN, H.C.W. DE VET a L.B. MOKKINK. From qualitative data to a measurement instrument: A clarification and elaboration of choices made in the development of the Patient Scale of the Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) 3.0. *Burns* [online]. 2023b, 49(7), 1541-1556 [cit. 2024-08-13]. ISSN 03054179. Dostupné z: doi:10.1016/j.burns.2023.02.009

CIOS, Aleksandra, Martyna CIEPIELAK, Łukasz SZYMAŃSKI, Aneta LEWICKA, Szczepan CIERNIAK, Wanda STANKIEWICZ, Mariola MENDRYCKA a Sławomir LEWICKI. Effect of Different Wavelengths of Laser Irradiation on the Skin Cells. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2021, **22**(5) [cit. 2024-02-20]. ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms22052437

DA SILVA, Thayssa Gomes, Rickson Souza RIBEIRO, Andre Luiz MENCALHA a Adenilson DE SOUZA FONSECA. Photobiomodulation at molecular, cellular, and systemic levels. *Lasers in Medical Science* [online]. 2023, **38**(1) [cit. 2023-07-01]. ISSN 1435-604X. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-023-03801-6

DE ALENCAR FERNANDES NETO, José, Cassiano Francisco Weege NONAKA a Maria Helena Chaves DE VASCONCELOS CATÃO. Effect of blue LED on the healing process of third-degree skin burns: clinical and histological evaluation. *Lasers in Medical Science* [online]. 2019, **34**(4), 721-728 [cit. 2024-03-16]. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-018-2647-x

DEFLOREN, Carlina, Erich HOHENAUER, Rahel STOOP, Ulrike VAN DAELE, Ron CLIJSEN a Jan TAEYMANS. Physical Management of Scar Tissue: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* [online]. 2020, 2020-10-01, **26**(10), 854-865 [cit. 2024-08-08]. ISSN 1075-5535. Dostupné z: doi:10.1089/acm.2020.0109

DRÁBKOVÁ, Eliška. Využití fyzikální terapie při prevenci a léčbě patologických jizev. *Umění fyzioterapie*. 2022, roč. **7**(14), 51-58. ISSN 2464-6784.

EBID, Anwar Abdelgayed a Ahmed Mohamed EL-SODANY. Long-term effect of pulsed high-intensity laser therapy in the treatment of post-mastectomy pain syndrome: a double blind, placebo-control, randomized study. *Lasers in Medical Science* [online]. 2015, **30**(6), 1747-1755 [cit. 2024-08-08]. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-015-1780-z

EL-SHAMY, Shamekh Mohamed, Mohamed Salaheldien Mohamed ALAYAT, Abdelgalil Allam ABDEL GALIL a Mansour Abdullah ALSHEHRI. Long-Term Effect of Pulsed Nd: YAG Laser in the Treatment of Children with Juvenile Rheumatoid Arthritis: A Randomized Controlled Trial. *Photomedicine and Laser Surgery* [online]. 2018, **36**(8), 445-451 [cit. 2024-08-08]. ISSN 1557-8550. Dostupné z: doi:10.1089/pho.2018.4444

EZZATI, Kamran, E-Liisa LAAKSO, Amir SALARI, Anahita HASANNEJAD, Reza FEKRAZAD a Arash ARIS. The Beneficial Effects of High-Intensity Laser Therapy and Co-Interventions on Musculoskeletal Pain Management: A Systematic Review. *Journal of Lasers in Medical Sciences* [online]. 2020, **11**(1), 81-90 [cit. 2024-08-07]. ISSN 2008-9783. Dostupné z: doi:10.15171/jlms.2020.14

FRANCHIGNONI, Franco, Andrea GIORDANO, Stefano VERCELLI, Elisabetta BRAVINI, Valeria STISSI a Giorgio FERRIERO. *Rasch Analysis of the Patient and Observer Scar Assessment Scale in Linear Scars: Suggestions for a Patient and Observer Scar Assessment Scale v2.1* [online]. 2019, **144**(6), 1073e-1079e [cit. 2024-08-09]. ISSN 0032-1052. Dostupné z: doi:10.1097/PRS.00000000000006265

FREY, Tomáš. Jizva – Mýty a fakta. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2014, **8**(3), 118-122 [cit. 2024-08-12]. ISSN 1803-5337. Dostupné z: <https://dermatologiepropraxi.cz/artkey/inf-999913-0002.php>.

FUSHIMI, Tomohiro, Shigeki INUI, Takeshi NAKAJIMA, Masahiro OGASAWARA, Ko HOSOKAWA a Satoshi ITAMI. Green light emitting diodes accelerate wound healing: Characterization of the effect and its molecular basis in vitro and in vivo. *Wound Repair and Regeneration* [online]. 2012, **20**(2), 226-235 [cit. 2024-03-16]. ISSN 1067-1927. Dostupné z: doi:10.1111/j.1524-475X.2012.00771.x

HANUŠOVÁ, Šárka. Aktivní jizva ve funkční patologii pohybové soustavy. *Umění fyzioterapie*. 2022, **7**(14), 5-12. ISSN 2464-6784.

HUISSTEDE, Bionka M.A., J. Henk COERT, Jan FRIDÉN a Peter HOOGVLIET. Consensus on a Multidisciplinary Treatment Guideline for de Quervain Disease: Results From the European HANDGUIDE Study. *Physical Therapy* [online]. 2014, 2014-08-01, **94**(8), 1095-1110 [cit. 2024-08-11]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20130069

CHAPELLE, S. L., Scars and Adhesions. Understanding and approach to treatment of scars and adhesions. *Fascia in the Osteopathic Field*. Jessica Kingsley Publishers, 2018. ISBN 9781909141278.

CHONGKRIENGKRAI, Tanach, Nantawan KOONALINTHIP, Hathaya JONGPRASITKUL, Apatchanee PIRIYAJARUKUL, Tuangtip SURARANGSIT a Jariya BOONHONG. Effectiveness of high-intensity laser application combined with splinting and therapeutic exercise in subacute de Quervain's tenosynovitis: A pilot study. *Lasers in Medical Science* [online]. 2023, **38**(1) [cit. 2024-08-08]. ISSN 1435-604X. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-023-03892-1

CHUN, Kyung Ah a Kil Ho CHO. Postoperative ultrasonography of the musculoskeletal system. *Ultrasonography* [online]. 2015, 2015-7-1, **34**(3), 195-205 [cit. 2024-08-13]. ISSN 2288-5919. Dostupné z: doi:10.14366/usg.15006

JAVŮREK, Jan. *Fototerapie biolaserem: léčebná metoda budoucnosti*. Praha: Grada, 1995. ISBN 80-716-9046-5.

JURCZYSZYN, Kamil, Witold TRZECIAKOWSKI, Zdzisław WOŹNIAK, Piotr ZIÓŁKOWSKI a Mateusz TRAFALSKI. Assessment of Effects of Laser Light Combining Three Wavelengths (450, 520 and 640 nm) on Temperature Increase and Depth of Tissue Lesions in an Ex Vivo Study. *Materials* [online]. 2020, **13**(23) [cit. 2022-03-07]. ISSN 1996-1944. Dostupné z: doi:10.3390/ma13235340

KAUVAR, Arielle N.B., Shelby L. KUBICKI, Amanda K. SUGGS a Paul M. FRIEDMAN. Laser Therapy of Traumatic and Surgical Scars and an Algorithm for Their Treatment. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2019, **52**(2), 125-136. ISSN 0196-8092. Dostupné z: doi:10.1002/lsm.23171

LEWIT, Karel. The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain* [online]. 1979, **6**(1), 83 [cit. 2024-08-13]. ISSN 0304-3959. Dostupné z: doi:10.1016/0304-3959(79)90142-8

LY, Bao Chau K., Ethan B. DYER, Jessica L. FEIG, Anna L. CHIEN a Sandra DEL BINO. Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *Journal of Investigative Dermatology* [online]. 2020, **140**(1), 3-12.e1 [cit. 2024-08-13]. ISSN 0022202X. Dostupné z: doi:10.1016/j.jid.2019.11.003

MA, Yangmyung, Sabrina P. BARNES, Yung-Yi CHEN, Naiem S. MOIEMEN, Janet M. LORD, Amanda V. SARDELI a Ahmed Mustafa RASHID. Influence of scar age, laser type and laser treatment intervals on adult burn scars: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* [online]. 2023, 2023-9-27, **18**(9) [cit. 2024-08-11]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0292097

MALTHIERY, Eve, Batoul CHOUAIB, Ana María HERNANDEZ-LOPEZ, Marta MARTIN, Csilla GERGELY, Jacques-Henri TORRES, Frédéric J CUISINIER a Pierre-Yves COLLART-DUTILLEUL. Effects of green light photobiomodulation on Dental Pulp Stem Cells: enhanced proliferation and improved wound healing by cytoskeleton reorganization and cell softening. *Lasers in Medical Science* [online]. 2021, **36**(2), 437-445 [cit. 2023-07-04]. ISSN 0268-8921. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-020-03092-1

NARUSEVICIUTE, Dovile a Raimondas KUBILIUS. The effect of high-intensity versus low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: randomized participant blind controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2020, **34**(8), 1072-1082 [cit. 2024-08-11]. ISSN 0269-2155. Dostupné z: doi:10.1177/0269215520929073

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

NAVRÁTIL, Leoš. *Nové pohledy na neinvazivní laser*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-1651-0.

ORDAHAN, Banu, Fatih YIGIT a Cevriye MÜLKOGLU. Efficacy of low-level laser versus high-intensity laser therapy in the management of adhesive capsulitis: A randomized clinical trial. *Saudi Journal of Medicine and Medical Sciences* [online]. 2023, **11**(3) [cit. 2024-08-11]. ISSN 1658-631X. Dostupné z: doi:10.4103/sjmms.sjmms_626_22

OYEBODE, Olajumoke Arinola a Nicolette Nadene HOURELD. Photobiomodulation at 830 nm Stimulates Migration, Survival and Proliferation of Fibroblast Cells. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* [online]. 2022, **15**, 2885-2900 [cit. 2023-07-03]. ISSN 1178-7007. Dostupné z: doi:10.2147/DMSO.S374649

PARK, Jae Wan, Young Gue KOH, Sun Hye SHIN, et al. Review of Scar Assessment Scales. *Medical Lasers* [online]. 2022, **11**(1), 1-7 [cit. 2023-07-10]. ISSN 2287-8300. Dostupné z: doi:10.25289/ML.2022.11.1.1

PIGATTO, Glauce Regina, Carolina Seabra SILVA, Nivaldo Antonio PARIZOTTO, Marta MARTIN, Csilla GERGELY, Jacques-Henri TORRES, Frédéric J CUISINIER a Pierre-Yves COLLART-DUTILLEUL. Photobiomodulation therapy reduces acute pain and inflammation in mice: enhanced proliferation and improved wound healing by cytoskeleton reorganization and cell softening. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* [online]. 2019, **196**(2), 437-445 [cit. 2023-07-04]. ISSN 10111344. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphotobiol.2019.111513

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

PODĚBRADSKÝ, Jiří a VAŘEKA, Ivan. *Fyzikální terapie*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-716-9661-7.

POSAS [online]. [cit. 2024-08-13]. Dostupné z: <https://www.posas.nl>

Polarizace světla. *ELUC* [online]. 2019, 2022-01-17 [cit. 2024-08-05]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1700>

PROKEŠOVÁ, Michaela. Čas na změnu způsobu pohledu na proces hojení ran a jizvení z hlediska fyzioterapie. *Umění fyzioterapie*. 2022, 7(14), 15-35. ISSN 2464-6784.

SEAGO, Meghan, Peter R. SHUMAKER, Leah K. SPRING, et al. Laser Treatment of Traumatic Scars and Contractures: 2020 International Consensus Recommendations. *Lasers in Surgery and Medicine* [online]. 2019, 52(2), 96-116 [cit. 2022-03-07]. ISSN 0196-8092. Dostupné z: doi:10.1002/lsm.23201

SMIČKOVÁ, Eva. Péče o jizvy. *Medicina pro praxi*. [online] 2011, 8(1), 31-33 [cit. 2024-08-12]. ISSN 1803-5310. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2011/01/09.pdf>.

SOJKOVÁ, Alena. *Pokus o komplexní pohled na problematiku jizvy*, 2006.

SONG, Hyun Jin, Hyun-Ju SEO, Youngjin LEE a Sung Kyu KIM. Effectiveness of high-intensity laser therapy in the treatment of musculoskeletal disorders. *Medicine* [online]. 2018, 97(51) [cit. 2024-08-07]. ISSN 0025-7974. Dostupné z: doi:10.1007/s10103-015-1780-z

SOUZA-BARROS, Leanna, Ghaith DHAIDAN, Mikko MAUNULA, Vaeda SOLOMON, Sharon GABISON, Lothar LILGE a Ethne L. NUSSBAUM. Skin color and tissue thickness effects on transmittance, reflectance, and skin temperature when using 635 and 808 nm lasers in low intensity therapeutics. *Lasers in Surgery and Medicine* [online]. 2018, 50(4), 291-301 [cit. 2024-04-14]. ISSN 0196-8092. Dostupné z: doi:10.1002/lsm.22760

SZABO, Dan Alexandru, Nicolae NEAGU, Silvia TEODORESCU, Corina PREDESCU, Ioan Sabin SOPA a Loredana PANAIT. TECAR Therapy Associated with High-Intensity Laser Therapy (Hilt) and Manual Therapy in the Treatment of Muscle Disorders: A Literature Review on the Theorised Effects Supporting Their Use. *Journal of Clinical Medicine* [online]. 2022, 11(20) [cit. 2024-08-11]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm11206149

TOPIČOVÁ, Tereza. *Význam terapie jizvy ve fyzioterapii*. Bakalářská práce, vedoucí Demeková, Júlia. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020.

TYACK, Zephania, Megan SIMONS, Anneliese SPINKS a Jason WASIAK. A systematic review of the quality of burn scar rating scales for clinical and research use. *Burns* [online]. 2012, **38**(1), 6-18 [cit. 2022-08-04]. ISSN 03054179. Dostupné z: doi:10.1016/j.burns.2011.09.021

VAN DE KAR, Annekatrien L., Leonard U. M. CORION, Mark J. C. SMEULDERS, Lieneke J. DRAAIJERS, Chantal M. A. M. VAN DER HORST a Paul P. M. VAN ZUIJLEN. Reliable and Feasible Evaluation of Linear Scars by the Patient and Observer Scar Assessment Scale. *Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 2005, **116**(2), 514-522 [cit. 2024-08-10]. ISSN 0032-1052. Dostupné z: doi:10.1097/01.prs.0000172982.43599.d6

VAN ZUIJLEN, Paul P.M., Lidwine B. MOKKINK, Cornelis J. HOOGWERF a Henrica C.W. DE VET. The official update of the POSAS: An invitation to share experiences to improve the POSAS in 'Project POSAS 3.0'. *Burns* [online]. 2017, **43**(4), 893-894 [cit. 2022-08-04]. ISSN 03054179. Dostupné z: doi:10.1016/j.burns.2011.09.021

WIBISONO, Kuku, Rudy HANDOYO a Erna SETIAWATI. Comparison Of The Effectiveness Of High Intensity Laser Therapy (HILT) And Low-Level Laser Therapy (LLLT) On Improving Balance In Knee Osteoarthritis. *Medica Hospitalia: Journal of Clinical Medicine* [online]. 2024, 2024-03-28, **11**(1), 33-37 [cit. 2024-08-11]. ISSN 2685-7898. Dostupné z: doi:10.36408/mhjcm.v11i1.984

ZAJÍČEK, Robert a Peter GÁL. *Jizva nejen v popáleninové medicíně*. Praha: Mladá fronta, [2018]. Aeskulap. ISBN 978-80-204-4721-0.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: . 2000.

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

ZHU, Ruixue, Tatiana AVSIEVICH, Xinyang SU, Alexander BYKOV, Alexey POPOV a Igor MEGLINSKI. Hemorheological alterations of red blood cells induced by 450-nm and 520-nm laser radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* [online]. 2022, **230** [cit. 2024-03-25]. ISSN 10111344. Dostupné z: doi:10.1016/j.jphotobiol.2022.112438

PŘÍLOHY

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážená paní, vážený pane,

Jsem studentka 2. ročníku navazujícího Mgr. oboru Aplikovaná fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze a obracím se na Vás s prosbou o spolupráci, která se týká mé diplomové práce zaměřující se na vliv vysokovýkonného laseru na chronickou jizvu po operaci.

Mým cílem bude porovnání výsledků ze vstupního a výstupního vyšetření, které proběhnou v Ústavu anatomie 2. lékařské fakulty UK před a po terapii vysokovýkonným laserem (v nemocnici Motol). Přičemž obě vyšetření budou zahrnovat anamnézu, vyšetření pohledem a pohmatem s fotodokumentací jizvy, dotazníky pro vyšetření jizvy Vancouver scar scale (VSS) a Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) a na závěr vyšetření jizvy pomocí diagnostického sonografu, což je přístroj, který pomocí ultrazvukového vlnění (zvuk nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha – frekvence zvuku nad 20kHz) je schopen zobrazit neinvazivně měkké tkáně uvnitř těla, tedy i jizvu.

Na základě výsledků z těchto testů budu tedy hodnotit případné změny jizvy po laserové terapii.

Prohlášení:

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Studentka mě informovala o podstatě výzkumu a seznámila mě s cíli, metodami, postupy a stejně také s výhodami a riziky, která pro mě z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou zcela anonymně zpracovány a použity pro účely vypracování diplomové práce studentky.

Měl/a jsem možnost si vše řádně zvážit a měl/a jsem možnost se studentky zeptat na všechny podstatné informace týkající se výzkumu.

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních údajů výzkumu v rozsahu, způsobem a za účelem výše uvedeným.

Podpisem souhlasím s účastí ve výše uvedeném výzkumu.

Dne:

Podpis:

Příloha 1. Informovaný souhlas

INFORMAČNÍ LETÁK K DIPLOMOVÉ PRÁCI
VYUŽITÍ VYSOKOVÝKONNÉHO LASERU V LÉČBĚ CHRONICKÉ JIZVY

Vážená paní, vážený pane.

Jsem studentka 2. ročníku navazujícího Mgr. oboru Aplikovaná fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Praze a obracím se na Vás s prosbou o spolupráci, která se týká mé diplomové práce zaměřující se na vliv vysokovýkonného laseru na problematickou chronickou jizvu (jizva starší než 3 měsíce) po operaci.

Mým cílem bude porovnání výsledků ze vstupního a výstupního vyšetření, které proběhnou v Ústavu anatomie 2. LF UK před a po terapii vysokovýkonným laserem (6 aplikací v nemocnici Motol). Přičemž obě vyšetření budou zahrnovat anamnézu, vyšetření pohledem a pohmatem s fotodokumentací jizvy, dotazníky pro vyšetření jizvy Vancouver scar scale (VSS) a Patient and Observer Scar Assessment Scale (POSAS) a na závěr vyšetření jizvy pomocí diagnostického sonografu, což je přístroj, který pomocí ultrazvukového vlnění (zvuk nad hranici slyšitelnosti lidského ucha – frekvence zvuku nad 20kHz) je schopen zobrazit neinvazivně měkké tkáně uvnitř těla. Na základě výsledků z těchto testů budu tedy hodnotit případné změny jizvy po laserové terapii.

Během celého výzkumu budu plně otevřena jakýmkoliv Vaším dotazům. V případě zájmu o zapojení do mého výzkumu a Vašich případných dalších dotazů mě prosím kontaktujte prostřednictvím e-mailu nebo telefonu.

Kontakt:



Fototerapie laserem

Jedná se o neinvazivní a velmi efektivní léčbu světlem podloženou mnoha studiemi.

Laser je zařízení uvolňující energii jako paprsek elektromagnetického záření. Takový to vysoce charakteristický světelný paprsek má pak mnoho pozitivních účinků jako např. zvýšená regenerace tkání, protizánětlivý účinek, účinek proti bolesti a další. Jedinými **kontraindikacemi** této terapie jsou **oblast očí a štítné žlázy, ozáření břicha při těhotenství a při menstruaci, stavy po radioterapii (4 až 6 měsíců), fotodermatózy, epilepsie a maligní tumory**. Pro ochranu očí během aplikace laseru pacient i terapeut používají ochranné brýle ve vlnové délce daného laseru. Toto opatření chrání zrak při nechtěném posvícení nebo odrazu laserového paprsku do oka.

Vysokovýkonný laser má oproti nízkovýkonným laserům používaných ve fototerapii velkou výhodu ve větší hloubce průniku, vyšší intenzitě vyzářeného laserového záření, a tím i lepšímu efektu, zkrácení času terapie a jejich menší počet.

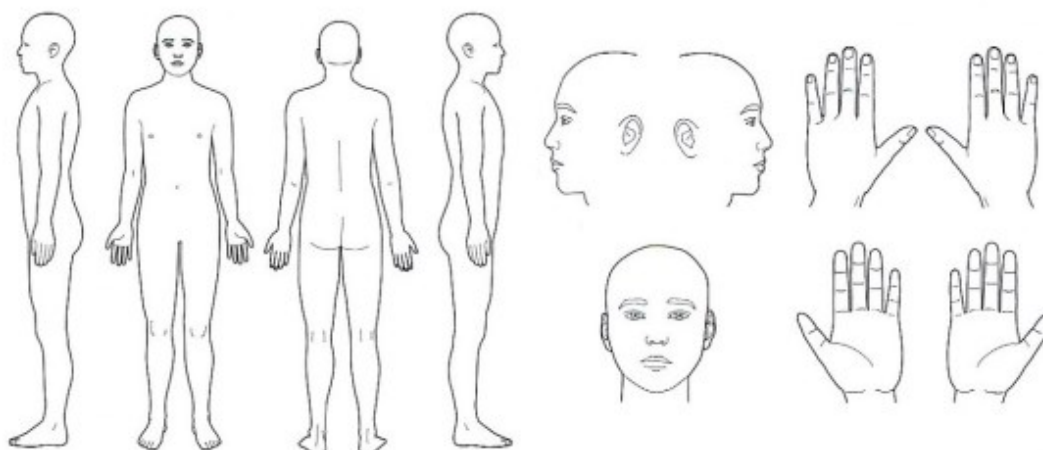
Parametr	Body	Projev
Pigmentace	0	zdravá kůže
	1	hypopigmentace
	2	smíšená pigmentace
	3	hyperpigmentace
Vaskularita	0	normální
	1	růžová barva
	2	červená barva
	3	fialová barva
Poddajnost	0	zdravá kůže
	1	minimální odpor
	2	odpor při tlaku
	3	rezistentní na tlak
	4	provazce
	5	kontraktura
Výška	0	nivó zdravé kůže
	1	elevace do 2 mm
	2	elevace 2–5 mm
	3	elevace nad 5 mm

Příloha 4. Vancouver scar scale (Zajiček a Gál, 2018, s.90)

Škála POSAS pro pozorovatele

The Patient and Observer Scar Assessment Scale v2.0 / CZ

Datum vyšetření:	Jméno pacienta:
Pozorovatel:	
Umístění jizvy:	Datum narození:
Výzkum / studie:	Identifikační číslo:



	1 = normální pokožka					nejhorší myslitelná jizva = 10					
PARAMETR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	KATEGORIE
VASKULARIZACE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	BLEDÁ RŮŽOVÁ ČERVENÁ FIALOVÁ SMÍŠENÁ
PIGMENTACE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	PODPRŮMĚRNÁ NADPRŮMĚRNÁ SMÍŠENÁ
TLOUŠŤKA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	TLUSTŠÍ TENČÍ
RELIÉF	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	VĚTŠÍ MENŠÍ SMÍŠENÝ
PRUŽNOST	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	PODDAJNÁ TUHÁ SMÍŠENÁ
POVRCH	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ZVĚTŠENÝ ZMENŠENÝ SMÍŠENÝ
CELKOVÉ POSOUZENÍ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Vysvětlení

Škála POSAS pro pozorovatele sestává ze šesti parametrů (vaskularizace, pigmentace, tloušťka, reliéf, pružnost a povrch). Všechny parametry jsou hodnoceny na škále od 1 („jako normální pokožka“) do 10 („nejhorší myslitelná jizva“). Součet skóre všech šesti parametrů představuje výsledné skóre na škále POSAS pro pozorovatele. Políčka kategorií jsou přiřazena ke každému parametru. Celkové posouzení je poté hodnoceno na škále od 1 do 10. Všechny parametry by se měly porovnávat pokud možno s normální pokožkou ve srovnatelné anatomické oblasti.

Vysvětlující poznámky k parametrům:

- VASKULARIZACE** Přítomnost cév v tkáni jizvy hodnocená podle stupně zarudnutí, testuje se na základě množství krve, které se na místo vrátí po stlačení kouskem plexiskla.
- PIGMENTACE** Hnědávé zbarvení jizvy pigmentem (melaninem); středně silně stlačte kůži plexisklem, abyste eliminovali účinek vaskularizace.
- TLOUŠŤKA** Průměrná vzdálenost mezi subkutánní-dermální hranicí a epidermálním povrchem jizvy.
- RELIÉF** Míra, do jaké je povrch nepravidelný (pokud možno v porovnání s okolní normální pokožkou).
- PRUŽNOST** Poddajnost jizvy, která se testuje zvrásněním jizvy mezi palcem a ukazováčkem.
- POVRCH** Velikost povrchu jizvy v porovnání s původní plochou rány.

Příloha 5. The Patient and Observer Scar Assessment Scale v2.0/CZ – pro pozorovatele

