

Vliv neinvazivního laseru na rejuvenaci kůže

Bc. Andrea Zapletalová

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Andrea Zapletalová**
Osobní číslo: **T11152**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů a kosmetiky**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Ovlivnění rejuvenace kůže pomocí neinvazivního laseru**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma zpomalení procesu stárnutí kůže pomocí aplikace neinvazivního laseru.
2. Vymezte pojmy z oblasti stárnutí a rejuvenace kůže.
3. Navrhněte metodiku měření.
4. Realizujte snímání kožního reliéfu pomocí 3D scanneru. Provedte sledování prokrvení kůže pomocí termovize.
5. Zpracujte a vyhodnoťte získané data, včetně jejich interpretace.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. AGACHE P. and H. Phillipe. **Measuring the Skin**. Berlin, Germany: Springer, 2004. ISBN 3-540-01771-2.
2. JENKINS, G. **Molekular mechanism of skin ageing**. Mechanisms of ageing and development. 2002. DOI: 10.1016/S0047-6374(01)00425-0.
3. ZAJÍC, Petr, Kamil MIKETA, **Laser pro krásu a zdraví**. Praha: Euromedia Group, 2000. ISBN 80-242-0408-8.
4. BETKA, Jan. **Principy CO2 laseru a jeho využití v chirurgii**. Praha: Avicentrum, zdravotnické nakladatelství, 1990. ISBN 80-201-0096-2.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání diplomové práce:

11. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

22. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je navrhnout a ověřit objektivní metodu hodnocení rejuvenačního účinku neinvazivního laseru v kombinaci s kosmetickým prostředkem obsahujícím iniciační enzymy pro aktivační činnosti fibroblastů. V teoretické části práce jsou popsány základní anatomické, fyziologické a biochemické vlastnosti kůže a mechanismy odpovědné za stárnutí kůže. Jako objektivní metoda měření změn reliéfu povrchu kůže je použita metoda 3D skenování sádrového odlitku kůže na zařízení Talysurf CLI 500. Z výsledků studie vyplynulo, že laserová metoda v kombinaci s kosmetickým prostředkem má ve všech případech pozitivní omlazovací efekt. Nejvýrazněji se projevil u probandky věkové skupiny 31 – 40 let, stejného efektu bylo překvapivě dosaženo i u probanda, jehož kůže byla vystavena cigaretovému kouři a byl zařazen do kategorie 51 – 60 let. Rovněž bylo testováno použití reviscometru pro měření elasticity kůže. Výsledky potvrdily, že laserovým ošetřením dochází ke zvětšení hustoty propletení kolagenních vláken. Termovizí bylo prokázáno, že ošetření daným laserem nemá vliv na změny teploty povrchu kůže.

Klíčová slova: kůže, stárnutí, vrásky, rejuvenace, laser, 3D skenování

ABSTRACT

The aim of this dissertation is suggest and certify an objective method of evaluation rejuvenated effect of a non-invasive laser, in combination with a cosmetic product containing initial enzymes for activating activities of fibroblasts. There are described basic anatomical, physiological and biochemical characteristics of skin and mechanisms, which are responsible for skin aging, in a theoretical part of the dissertation. There is used a method 3D scanning of a plaster cast like an objective method on an appliance Talysurf CLI 500. From results of the study emerged that the laser method in combination with a cosmetic product has a positive rejuvenating effect in all cases. The most significant effect was by a female proband aged 31 – 40 and the same effect was surprisingly achieved by a male proband, whose skin was exposed cigarette smoke and who was put in category 51 – 60 years. There was also tested use of a reviscometer for measuring elasticity of skin. The results confirm that the laser treatment leads to increase thickness of interweaving collagen fibres. It was proved using a thermovision that the treatment by the laser has no effect on changes of temperature on skin surface.

Keywords: skin, aging, wrinkles, skin rejuvenation, laser, 3D scanning

Děkuji vedoucímu své diplomové práce, kterým je doc. Ing. Rahula Janiš, CSc. za jeho cenné rady, připomínky a povzbudivá slova při psaní diplomové práce. Dále děkuji doc. Dr. Ing. Vladimíru Patovi za poskytnuté rady při experimentální práci a vyhodnocení výsledků. Mé poděkování patří i probandkám, které se zúčastnily výzkumu, za jejich ochotu a čas.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 HISTOLOGIE KŮŽE	13
1.1 EPIDERMIS.....	14
1.2 DERMIS	14
1.3 SUBCUTIS	15
2 FYZIOLOGIE KŮŽE	16
2.1 BARIÉROVÁ FUNKCE	16
2.2 SEKREČNÍ FUNKCE	17
2.3 SENZORICKÁ FUNKCE	17
2.4 RESORPČNÍ A EXKREČNÍ FUNKCE.....	17
2.5 REGULAČNÍ FUNKCE.....	17
3 TEORIE STÁRNUTÍ.....	18
3.1 NESTOCHASTICKÉ TEORIE	19
3.1.1 Genetické teorie	19
3.1.2 Neuroendokrinní teorie	20
3.2 STOCHASTICKÉ TEORIE.....	20
3.2.1 Teorie volných radikálů	20
3.2.2 Teorie chyby – pohroma.....	22
3.2.3 Teorie somatických mutací a opravy DNA.....	23
3.2.4 Teorie příčných vazeb	23
4 PHOTOAGING	24
5 VRÁSKY	26
5.1 METODY REJUVENACE VRÁSEK	27
6 NEINVAZIVNÍ LASER	28
6.1 BIOLOGICKÝ EFEKT NEINVAZIVNÍ LASEROTERAPIE	29
6.1.1 Metoda Lasocare	31
7 METODY MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU KŮŽE	32
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
8 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	35
8.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE A KOSMETICKÉ PROSTŘEDKY	35
8.2 POUŽITÁ ZAŘÍZENÍ	35
9 METODIKA MĚŘENÍ.....	36

9.1	VÝBĚR PROBANDŮ	36
9.2	PŘÍPRAVA PLETI A JEJÍ DIAGNOSTIKA	36
9.3	TVORBA NÁMĚRU	37
9.4	ODLITEK VRÁSEK	38
9.5	APLIKACE LASERU.....	39
9.6	MĚŘENÍ ELASTICITY POMOCÍ PŘÍSTROJE REVISCOMETER	39
9.7	SNÍMÁNÍ VZORKŮ	40
10	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DISKUZE	47
	ZÁVĚR	68
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	79
	SEZNAM TABULEK.....	81
	SEZNAM PŘÍLOH.....	82

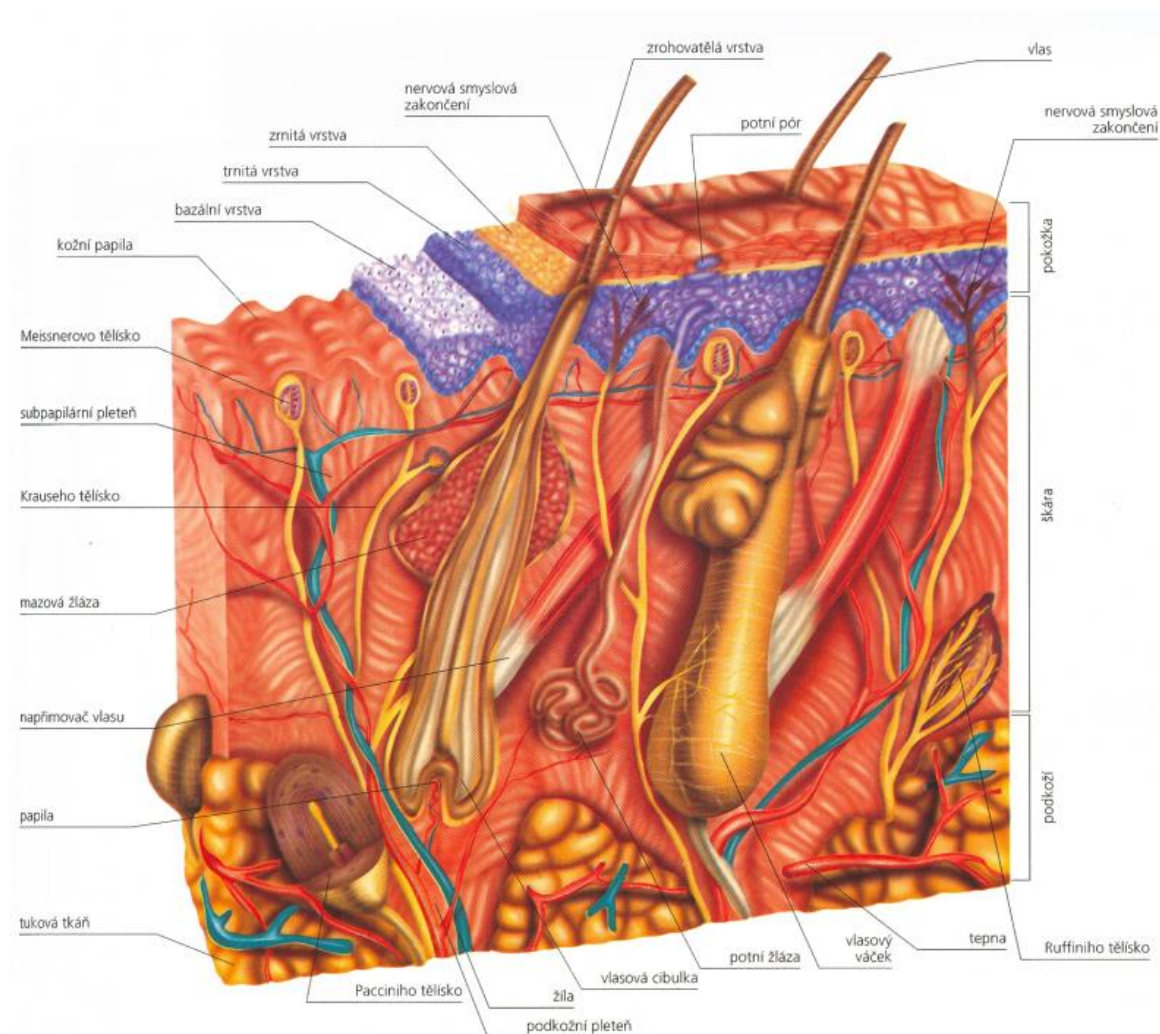
ÚVOD

Pro pochopení dějů probíhajících v kůži, je potřeba znát její anatomické a fyziologické vlastnosti včetně biochemických dějů probíhajících při syntéze hlavních stavebních složek kůže. Kůže patří ke tkáním, na kterých se projevy stárnutí objevují nejdříve. Změny jsou viditelné pouhým okem a jsou ukazatelem biologického věku. Stárnutí kůže je komplexní biologický jev skládající se ze dvou hlavních částí tzv. vnitřního stárnutí, které je geneticky dané, a vnějšího stárnutí, které je způsobováno vlivy prostředí především UV zářením. Vnitřní stárnutí zahrnuje buněčné stárnutí, pozměnění biosyntetické aktivity buněk až buněčnou smrt. Vnější stárnutí se týká poškozování kůže UV zářením, které vede k chronickým změnám struktury nazývané photoaging. S přibývajícím věkem dochází ke ztenčení *epidermis*, zkracuje se délka života kožních buněk a klesá schopnost jejich obnovy. Kůže je propustnější pro různé chemické látky a není schopna udržet správnou hydrataci. Kolagenní vlákna jsou nepravidelně uspořádaná, kratší a ztrácejí pevnost. Elastinová vlákna degenerují, ztrácí pružnost a zkracují se. Melanocyty na některých místech ztrácejí schopnost tvořit pigment melanin, a tím vznikají na kůži bělavá místa. Na jiných místech dochází k jejich zmnožení a na kůži vznikají hyperpigmentace. Díky stárnutí *subcutis* dochází ke vzniku hlubokých kožních záhybů. Klesá obranyschopnost kůže. Cévy se rozšiřují a prosvítají pod tenkou kůží. Tyto známky stárnutí se uplatňují i v mezilidské komunikaci, bývá jimi ovlivněn první dojem, který získáme při setkání s neznámým člověkem. Proto je ovlivnění procesu stárnutí kůže klíčovou otázkou nejen lékařské, ale i nelékařské péče, která vychází od prevence a přechází až po složité chirurgické zákroky. V kosmetickém průmyslu je velká část úsilí a nákladů věnována vývoji metod proti stárnutí kůže, aniž by byly k dispozici experimentální metodiky objektivního hodnocení jejich účinnosti. Nutnost jejich existence podporuje i skutečnost, že při propagování omlazovacích technik a kosmetických prostředků je používána řada vědecky neprokázaných tvrzení. V častých případech jsou prezentovány pochybné fotodokumentace před a po aplikaci, které lze upravit na počítači. Jedná se o klasický případ klamavé reklamy. Cílem této práce je vývoj objektivní metodiky k ověření účinků kosmetických prostředků a instrumentálních metod. Pomocí 3D skenování povrchu kůže jsou měřeny změny při vyhlazení kůže účinkem biostimulačního laseru.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTOLOGIE KŮŽE

Kůže, *cutis* (viz obr. 1) je orgán, který pokrývá tělo a chrání ho před vnějším okolím. Je složena ze tří vrstev (*epidermis*, *dermis* a *subcutis*), každá má určitou skladbu, která jí umožňuje plnit specifické úkoly [1, s. 453]. Tloušťka kůže se pohybuje od 0,5 do 4 mm, v závislosti na anatomické lokalizaci. Nejtenčí je na očních víčkách, nejsilnější na zádech [2, s. 571]. Kůže tvoří specializované kožní deriváty, tzv. adnexa. Jedná se o potní a mazové žlázy, vlasové folikuly, nehty, které podmiňují některé funkce kůže. Při stárnutí se snižuje tloušťka kůže i obsah některých jejích součástí (elastinová a kolagenní vlákna). Zpomaluje se rychlost obnovy keratinocytů, klesá rychlost růstu vlasů a nehtů. Snižuje se také kapacita pro tvorbu potu a klesá průtok krve [3, s. 475].



Obr. 1. Stavba kůže [13]

1.1 Epidermis

Epidermis je povrchová vrstva kůže tvořená mnohvrstevným dlaždicovým epitelem, jehož buňky *keratinocyty* jsou směrem k povrchu uspořádány do pěti vrstev – *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* a *stratum corneum*. Ve *stratum basale* probíhá buněčné dělení a vznik nových buněk. Proces přeměny, kdy se *keratinocyty* posunují směrem k povrchu, a z cylindrických buněk se stávají ploché bezjaderné buňky, se nazývá *keratinizace*. Celý tento proces trvá 3 – 4 týdny [4, s. 327]. *Stratum spinosum* navazuje na *stratum basale*. Buňky se směrem k povrchu oplošťují. Ve *stratum granulosum* se začínají vytvářet zrna *keratohyalinu*, která jsou prekurzorem keratinu. *Stratum lucidum* se nachází jen u kůže tlustého typu (dlaně, plosky nohou). *Stratum corneum* se skládá ze zploštělých bezjaderných buněk – *kerneocyty*, které se z povrchu *epidermis* neustále rozdělují ve *stratum disjunctum* (zbytky buněk) a postupně se odlučují a odpadávají [2, s. 576; 5, s. 129-131].

1.2 Dermis

Dermis (neboli *corium*) se nachází těsně pod *stratum basale epidermis* a zasahuje až do *subcutis*. Histologicky se rozděluje do dvou vrstev, které se od sebe liší hustotou a uspořádáním vazivových vláken [6, s. 11-12]. *Stratum papillare* je tvořena řídkým kolagenním vazivem (typ III a I) a *stratum reticulare* silnými kolagenními vlákny (typ I) [1, s. 458; 7, s. 162-169]. *Dermis* je charakteristická přítomností husté sítě vzájemně propojených bílkovinných kolagenních a elastinových fibril, které podmiňují pružnost, napětí a strukturu kůže. Syntéza kolagenu probíhá uvnitř buňky ve fibroblastech a částečně extracelulárně. Molekula kolagenu je tvořena esenciálními a posttranslačně modifikovanými aminokyselinami. Mezi nejvýznamnější patří glycin, prolin, hydroxyprolin a hydroxylysin [8, s. 8; 11, s. 20-23]. Kolagenní vlákna se spojují s dlouhými řetězci molekul nazvaných glykosaminoglykany a tvoří komplexy s vysokou schopností vázat vodu, což zajišťuje vysoké vnitřní napětí kůže. Elastin je pojivová bílkovina vyznačující se ohebností a elasticitou. Základním řetězcem, syntetizovaným fibroblastem je tropoelastin [9, s. 442]. Elastinová vlákna jsou uspořádána ve směru mechanického zatížení kůže a určují i směr vnitřního napětí (štěpitelnosti kůže) [3, s. 475; 10, s. 27]. *Dermis* poskytuje kůži zejména její mechanické vlastnosti, ale představuje zároveň výživovou a komunikační základnu pro *epidermis*, hraje významnou roli v procesu termoregulace a ovlivňuje celkový vzhled kůže. V průběhu stárnutí

dochází k degradaci kolagenních a elastinových vláken, jejich fragmentaci a dezorganizaci síťového uspořádání. Hranice *epidermis* a *dermis*, která je u mladého člověka zvlněná, se vyrovnává, spojení obou vrstev ztrácí pevnost [11, s. 20-23].

1.3 Subcutis

Subcutis (podkožní tkáň) je tvořena tukovými buňkami (*adipocyty*) a lamelárně uspořádaným řídkým vazivem. Tloušťka se mění v závislosti na části těla [12, s. 9]. Nejsilnější je na břiše, v hýžd'ové krajině a v proximální části stehen, naopak zcela chybí na očních víčkách, na ušních boltcích a na hřbetu nosu [2, s. 584].

2 FYZIOLOGIE KŮŽE

Fyziologické funkce kůže souvisí s její anatomickou strukturou. Kůže minimalizuje škodlivé účinky mechanických, osmotických, chemických, termických a světelných vlivů prostředí. Účastní se látkové výměny, resorpce, dýchání a v neposlední řadě má i exkreční funkci [2, s. 571; 10, s. 26]. Produkuje vitamin D₃, chrání před UV zářením a podílí se na termoregulaci organismu. Podkožní vazivo se podílí na mechanické ochraně a termoregulaci organismu [14, s. 418].

2.1 Bariérová funkce

Nejdůležitější úlohou kůže je její bariérová funkce. Fyzikální bariéra – mechanickou ochranu zajišťuje hydratovaná a promaštěná *stratum corneum*, desmozomy keratinocytů, síť vláken *dermis* a *subcutis*. Přirozenou fotoprotekci kůže tvoří *stratum corneum* a *stratum granulosum*, které se podílejí na zesílení *stratum corneum* zvýšením proliferace keratinocytů. *Stratum basale* obsahuje melanocyty syntetizující pigment melanin, který chrání hlouběji uložené buňky před UV zářením. Kyselina urokanová přítomná v *epidermis* a lidském potu vzniká během procesu keratinizace působením enzymu histidinamoniaklyázy. UVB záření vede ke změně konfiguraci z cis- na trans- formu, což má za následek fotoimunopresi [15, s. 21; 16, s. 21-22; 17, s. 124-127]. Chemická bariéra – chemikálie s afinitou k bílkovinám se naváží na *keratinocyty* a s nimi se odloučí z kožního povrchu. Elektrická bariéra – je zajištěna elektronegativně nabitým povrchem *stratum corneum* a funkční Szakallovou bariérou, která funguje jako elektrický dipól – zevně elektronegativní, uvnitř pozitivní. Biologická bariéra – kůže tvoří bariéru proti množení mikroorganismů. *Stratum corneum* se podílí na samočisticí funkci kůže, napomáhá odstranění nečistot a chemikálií přirozenou deskvamací. Ochranný kožní film má kyselé pH 4,5 – 6,0 [12, s. 9-10]. Slouží jako pufr proti účinkům slabých kyselina zásad, proti botnání *stratum corneum*, brání nadměrnému množení mikroorganismů kvasinek a plísní).

2.2 Sekreční funkce

Sekrece spočívá ve vylučování látek, které jsou tělu potřebné, na rozdíl od exkrece, kterou se tělo zbavuje látek odpadních. Kůže produkuje kolagen, keratin, melanin, pot a maz. Keratin vzniká proliferací a diferenciací *keratocytů*. Melanin je pigment patřící mezi polychinony s vysokým obsahem tyrozinu. Jeho syntéza je řízena *melanocyty* stimulujícím hormonem (MSH). Syntézu melaninu stimuluje světlo, zejména ultrafialové části spektra. Pocení je významné pro termoregulaci, hydrataci *stratum corneum* a exkreci toxických látek. Maz (sebum) je sekret obsahující volné mastné kyseliny, mono-, di-, triacylglyceroly, voskové estery, steroly, parafiny, fosfatidy a skvalen. Základní funkcí mazu je vytvoření ochranného kožního filmu [10, s. 28; 12, s. 10].

2.3 Senzorická funkce

Zprostředkovává organismu informace o zevním i vnitřním prostředí prostřednictvím receptorů, které registrují teplo, chlad, tlak, bolest [12, s. 11]. Jejich rozložení po těle je nerovnoměrné. Hmat je zprostředkován pomocí Vater-Paciniho tlakových tělísek. Chlad registrují Krauseho tělíška, teplo Ruffiniho tělíška [18, s. 176-179].

2.4 Resorpční a exkreční funkce

Resorpce kůže umožňuje aplikaci léčiv, které musí být v lipofilní formě. Hydrofilní látky kůži neprostupují. Exkreční funkce umožňuje výdej CO₂, dusíkatých látek, lipidů a výměnu vody a solí. Výdej lipidů je realizována potními a mazovými žlázami. Sekrecí kožního mazu do folikulu a jeho následnou exkrecí se na povrch dostávají lipidy, které kůži chrání před vysycháním, zvláčňují vlasy a mají antibakteriální účinky [14, s. 419-420; 16, s. 22].

2.5 Regulační funkce

Kůže je semipermeabilní membrána. Její propustnost je dána stavem kůže, zejména *stratum corneum*. Podílí se na termoregulaci, prokrvení, odvádění přebytečného tepla odpařováním vody čili exkrecí potu [12, s. 11]. V lidské kůži jsou dva typy potních žláz (apokrinní a ekrinní). Apokrinní produkují pot s dalšími látkami, které způsobují typický zápach sekretu. Jsou lokalizované převážně v axile, v zevním zvukovodu a v okrajích očních víček. Ekrinní produkují tekutinu bez rozpadu cytoplasmy žláзовých buněk [2, s. 582].

3 TEORIE STÁRNUTÍ

V současné době existuje mnoho teorií stárnutí, přesto žádná z definic není absolutní a definitivní. I když odborníci nashromáždili velké množství poznatků z této oblasti, přesto chybí přesvědčivý důkaz jejich vzájemných souvislostí. Z historického hlediska můžeme teorie stárnutí rozdělit do dvou kategorií: nestochastické neboli vývojově-genetické a stochastické teorie. Jedna z prvních teorií stárnutí, kterou v roce 1882 vyslovil August Weismann, se nazývá dědičností a vychází z obou kategorií. Tato teorie vychází z předpokladu, osud buněk je dán jejich vnitřními silami, nikoliv silami vnějšími. Otázkou však podle Weismanna zůstává, zda do určité míry vnější vlivy přece jen nepůsobí, tedy zda nejsou buňky ovlivněny i interakcemi s okolními buňkami [19, s. 134]. Vyslovit obecně platnou teorii stárnutí je prakticky nemožné, když uvážíme, kolik faktorů může ve stejném i různém časovém intervalu stárnutí působit při synergických i antagonistických efektech. Stejně tak není vhodné rozlišovat děje způsobující stárnutí náhodné a přirozené, jelikož to může být zavádějící. Jako nejlepší se jeví jednoduchý popis příčin determinujících stárnutí. Lze rozlišovat 7 základních forem stárnutí kůže: chronologické, genetické, sluneční (photoaging), behaviorální (kouření, farmaka), katabolické, endokrinní a gravitační stárnutí. V praxi se dané dělení stárnutí kůže neujalo [20, s. 14]. Proces stárnutí je možno také rozdělit na dva typy: intrinsické (vnitřní) a extrinsické (vnější). Vnitřní stárnutí postihuje každého z nás a souvisí se stárnutím organismu jako takového. Je ovlivňováno genetickou výbavou, nutričním stavem organismu, u žen i hormonálními změnami v menopauze. Extrinsické stárnutí souvisí s naším chováním a životním stylem. Je urychlováno UV zářením, alkoholem, kouřením nebo nedostatkem spánku [21, s. 801-810; 22, s. 47-54]. Z těchto environmentálních faktorů, tvoří UV záření až 80 %, proto patří mezi nejdůležitější faktor ovlivňující stárnutí kůže. Rozlišují se akutní a chronické změny kůže v důsledku působení UV záření. Mezi akutní změny vyvolané UV zářením se řadí erytém, pigmentace (zvýšená melanogeneze), hyperplazie *epidermis* a *stratum corneum* a ztmavnutí pokožky. Tyto procesy jsou z velké části reverzibilní [23, s. 57-65]. Mezi chronické změny patří vrásky, hyperpigmentace, ztráta elasticity, suchost, hrubost až rakovina kůže [24, s. 185-191]. Chronické změny jsou označovány jako photoaging, který je dále uveden v kapitole 4.

3.1 Nestochastické teorie

Teorie této skupiny vychází z předpokladu, že stárnutí je předem stanovený, geneticky zakódovaný děj. Leonard Hayflick [25, s. 22] objevil, že, somatické buňky mají předem daný, omezený počet dělení, které mohou uskutečnit, než vstoupí do stavu nevratné zástavy růstu, označovaného jako replikativní senescence. Dá se říci, že s každým ukončeným buněčným cyklem buňka stárne. Replikativní senescence bývá následována programovanou buněčnou smrtí (apoptózou). Tento limit určitého počtu buněčných dělení se nazývá Hayflickův limit. Dílo tohoto autora objasnilo skutečnost, že vyloučení poškození buněk může významně ovlivnit proces stárnutí [26, s. 27].

3.1.1 Genetické teorie

Genetické teorie stárnutí se dělí do dvou skupin: mutační a programované stárnutí. Mutační teorie vychází z poznatku, že během života jedince dochází ke hromadění mutací v somatických buňkách. Teorie programovaného stárnutí vychází z předpokladu, že funkce jednotlivých genů jsou časově ohraničena a předem naprogramována [27]. Jedním z velmi důležitých dílčích mechanismů, které hrají roli v procesu stárnutí, je dědičnost. Genetické faktory se uplatňují nejen jako jedna z hlavních komponent při určování délky života, ale zasahují i do vlastního průběhu stárnutí. První pokusy prokázat podíl dědičnosti na stárnutí a její vliv na délku života jsou datovány na konci minulého století. Zabývaly se však, vzhledem k tehdejší úrovni poznání, sledováním podobností v postupu stárnutí a délce života v rámci rodových linií. S rozvojem genetiky a molekulární biologie vzniká postupem času celá řada teorií a hypotéz, které se snaží objasnit stárnutí jako důsledek změn ve struktuře nebo funkci nukleových kyselin, nebo jako výsledek uplatnění určitého genetického programu. Vznik těchto teorií je důsledkem studia podstaty genetické kontroly míry zestárnutí, typů mutací a pozorování morfogenetických a vývojových procesů během stárnutí. Genetické teorie stárnutí se zpravidla dělí do dvou velkých skupin: na teorie mutační a teorie programovaného stárnutí. Mutační teorie vycházejí z poznatku, že během celého života jedince dochází v jeho somatických buňkách k hromadění mutací. Tyto mutace jsou považovány za prvotní příčinu stárnutí. Teorie programovaného stárnutí vycházejí z předpokladu, že funkce jednotlivých genů či skupin genů je časově ohraničena a předem naprogramována. Stárnutí je podle těchto teorií výsledkem uplatnění určitého genetického programu, je tedy geneticky determinováno [28, s. 75-85].

3.1.2 Neuroendokrinní teorie

Neuroendokrinní teorie poukazuje na komplikovanou síť biochemických látek, které ovlivňují produkci hormonů. Endokrinním centrem je epifýza, která vytváří hormon melatonin. Melatonin byl poprvé izolován v roce 1958 A. Lernerem z hovězí epifýzy. Epifýza produkuje melatonin v cyklech, které se opakují jednou za 24 hodin [27]. Z chemického hlediska je melatonin derivát hydroxyindolu, obdobně jako serotonin, přesně N-acetyl-5-methoxytryptamion. Pro jeho fyziologické působení je podstatná jak methoxy skupina na aromatickém jádru, tak i acetyl skupina vázaná na aminu postranního řetězce [29 s. 181-192]. Melatonin se nazývá jako „hormon proti stárnutí“. Patří mezi nejúčinnější antioxidanty. Zpomaluje přirozený proces stárnutí, je důležitý jako antioxidant zejména pro mozek, snižuje cholesterol v krvi a pomáhá vyrovnávat reologické (průtokové) vlastnosti krve. Podporuje funkce štítné žlázy, zvyšuje produkce růstového hormonu a celkově zvyšuje imunitu organismu [30].

3.2 Stochastické teorie

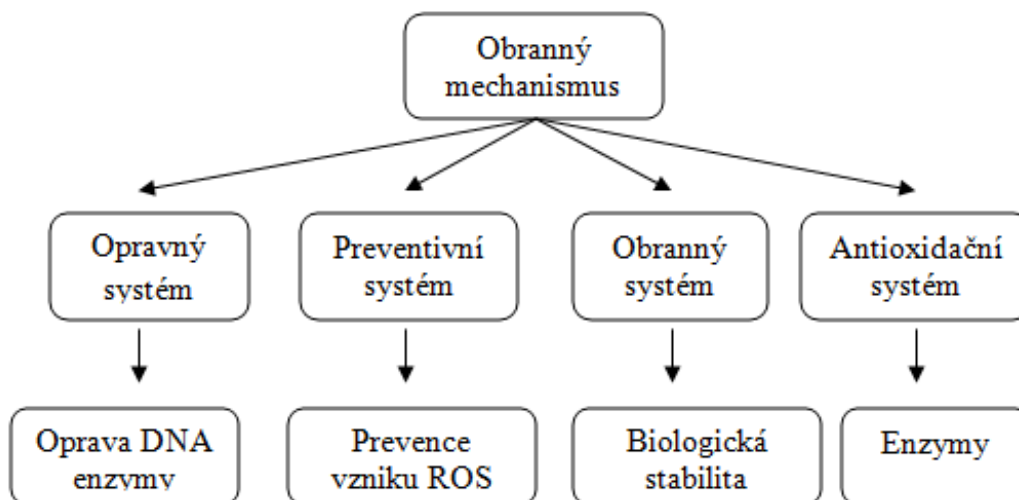
Předpokládají, že stárnutí je způsobeno náhodným poškozením životně důležitých molekul. Poškození se může hromadit a způsobit pokles fyziologických funkcí [31, s. 21; 32, s. 17].

3.2.1 Teorie volných radikálů

V roce 1956 přednesl prof. Harman [33, s. 257-266; 34, s. 22] ze Státní univerzity v Nebrasce teorii o volných radikálech. Tato teorie předpokládá, že většina změn, které probíhají ve stáří, mohou vznikat v důsledku působení volných radikálů, které způsobují molekulární poškození [34, s. 22]. Volné radikály jsou molekuly, které mají ve svém elektronovém obalu jeden nepárový elektron a jsou proto vysoce reaktivní. Jejich snahou je doplnit elektronový pár do stabilní konfigurace. Volné radikály poškozují lipidy, sacharidy, bílkoviny včetně enzymů, což může vést k poškození tkání [35, s. 6]. Hlavními zdroji volných radikálů jsou běžné životní procesy, při nichž buňka získává energii nebo štěpí látky nutné pro buněčnou výživu, dále některé chemické reakce probíhající spontánně uvnitř buněk za přítomnosti cizorodých látek a ultrafialové záření. Enzymatickou ochranou proti volným radikálům je dodání kofaktorů, mezi které patří např. selen, zinek a další. Neenzymatickou obranou je příjem antioxidantních látek, mezi které patří vitaminy C, A a E. Volné radikály hrají důležitou roli mezi primárními procesy stárnutí, ovšem pro kom-

plexní vysvětlení mechanismů stárnutí je tato teorie nedostačující [27]. Volné radiály vznikají působením endogenních i exogenních vlivů [36, s. 85-90]. Volné radiály a neradikálové částice odvozené z kyslíku se nazývají reaktivní formy kyslíku (ROS - reactive oxygen species). Oxidační stres je stav nerovnováhy mezi produkcí ROS a antioxidační obranou [37, s. 1-8]. Reaktivní formy kyslíku oxidují lipidy a narušují tak strukturu a funkci buněčných a mitochondriálních membrán [38, s. 92]. Během oxidační fosforylace na mitochondriální membráně uniká elektron. Tento elektron reaguje s molekulou O_2 za vzniku kyslíkového radikálu – superoxidu²⁻. S rostoucím věkem se hromadí mutace mitochondriální membrány, dochází k poškozování funkcí mitochondrií a následkem toho roste produkce ROS. Konečným produktem reakce radikálů je lipofuscin., který se ve stáří hromadí v kůži a projevuje se stařeckými skvrnami [39, s. 27-33]. Lipofuscin je zrnitý hnědý pigment tukového charakteru, který se s věkem ukládá do cytoplazmy buněk. Jde o rezidua lysozomální enzymové aktivity (tzv. pigment z opotřebenosti) [40, s. 67; 41, s. 69-70]. Obranou organismu proti ROS jsou antioxidanty. Enzymové (cytochromy, kataláza, superoxid-dismutáza), neenzymové (vitaminy A, D, C, β -karoten, transferin, albumin, Cu, Zn, Mg) [42, s. 157-159]. Antioxidační ochranou lidského těla je:

- anatomické uspořádání regulující hladinu kyslíku ve tkáních,
- *epidermis* je chráněna *kerneocyty*,
- antioxidační enzymy – superoxid-dismutáza, která katalyzuje přeměnu superoxidu na peroxid vodíku. Odstranění peroxidu vodíku probíhá v těle katalázou (červené krvinky), pomocí enzymu glutathionperoxidáza, peroxiredoxin,
- redoxně aktivní přechodné kovy (Fe, Cu), které přijímají/dávají jeden elektron, a tím katalyzují reakce s molekulárním kyslíkem,
- nízkomolekulární antioxidanty, patří sem buněčné thioly (glutathion, thioredoxin), endogenní metabolity a antioxidační funkce (kyselina močová, kyselina lipová) a antioxidanty jako jsou vitaminy C, E, karotenoidy, flavonoidy a další rostlinné fenoly, stresová reakce vedoucí k adaptaci buněk na oxidační stres. Dávka oxidačního stresu, která buňky nezabije, zvyšuje jejich odolnost [43, s. 30-33]. Zvýšená produkce ROS po UV expozici může vyčerpat tyto ochranné mechanismy, což má za následek větší náchylnost kůže k poškození radikály [44, s. 169-177]. Schematické znázornění obranného mechanismu proti oxidačnímu stresu uvedeno na obrázku č. 2.



Obr. 2. Obranné mechanismy proti oxidačnímu stresu [29, s. 181-192]

3.2.2 Teorie chyba – pohroma

Tato teorie předpokládá, že existují náhodné chyby v proteinech řídících syntézu DNA. Chyba v proteinu se odstraňuje degradací poškozeného proteinu, který je následně nahrazen bezchybnou molekulou. Molekuly, které obsahují chyby a jsou zapojeny do procesu syntézy, mohou způsobit vznik chyb v produktu syntézy. Pokud dochází v organismu k postupné kumulaci látek s chybou, může proces vyústit v pohromu, která je neslučitelná s životem. U starších jedinců byla v tkáních a buňkách identifikována řada pozměněných proteinů, které byly místo post-translačními modifikacemi upravovány glykací nebo oxidací. Jejich počet se s rostoucím věkem zvyšuje, protože organismus ztrácí schopnost odstraňovat poškozené proteiny [45, s. 3-22].

3.2.3 Teorie somatických mutací a opravy DNA

Teorie předpokládá, že vznik somatických mutací je primární příčinou stárnutí. Tato teorie stanovuje, že genetická poškození, která jsou způsobena zářením způsobujícím vznik mutací, vedoucích k poškození fyziologických funkcí buňky a ke smrti [45, s. 3-22].

3.2.4 Teorie příčných vazeb

Teorie příčných vazeb vychází z faktu, že během života dochází k vytváření příčných vazeb mezi řetězci makromolekul (nukleové kyseliny, proteiny). Tyto změny spočívají zejména ve vytváření příčných vazeb mezi řetězci makromolekul i uvnitř těchto řetězců. U pojivových bílkovin je důsledkem tvorby příčných vazeb zhoršení jejich mechanických vlastností [45, s. 3-22].

4 PHOTOAGING

Photoaging znamená makroskopické i mikroskopické kožní změny, které jsou způsobeny opakovanou expozicí UV zářením [46, s. 3-4]. Ultrafialové záření se dělí na a UV-A o vlnové délce 320 – 400 nm, UV-B o vlnové délce 290 – 320 nm a UV-C o vlnové délce 100 – 280 nm. UV-C se na zemský povrch nedostává, protože je filtrováno ozonovou vrstvou [47, s. 480-486]. Jeho podíl na karcinogenezi je minimální. UV záření produkuje chemicky reaktivní molekuly obsahující kyslík (ROS). Reaktivní sloučeniny kyslíku se hromadí v organismu a poškozují DNA a jiné makromolekuly [48, s. 147-161]. Se zvyšujícím věkem a vlivem UV záření stoupá propustnost pokožky pro různé chemické látky a v jednotlivých buňkách se snižuje obsah vody. Výsledkem je suchá kůže s různou hustotou vrásek a nepravidelnou pigmentací. V *dermis* dochází k degeneraci a úbytku kolagenních a elastinových vláken, klesá množství proteinů a jejich konjugátů v mezibuněčné hmotě, zejména kyseliny hyaluronové [11, s. 20-23; 49, s. 298-308]. Mezi 30. až 80. rokem života dochází v kůži nevystavované UV záření ke ztenčení *epidermis* o 10 – 50 % [50, s. 93-100]. Dochází ke změnám v metabolické aktivitě keratinocytů, což vede k narušení kožní hydratace a kožní bariéry. Syntéza kolagenních vláken je snížena, dochází k dezorientaci elastinových fibril. Kůže je atrofická, ztrácí pevnost, pružnost, tonus. Klinicky je stárnutí kůže charakterizováno typickými znaky: vráscitostí, senilními hemangiomy, nehomogenitou pigmentu s ostrůvky hyperpigmentace a hypopigmentace tzv. posuny pigmentu, seborrhoickou hyperkeratózou [51, s. 307-316]. V současnosti existuje řada nejrůznějších klasifikací pro UV zářením poškozenou pleť. Jedna z možností hodnocení stupně photoagingu je tzv. Fitzpatrickova klasifikace definovaná v roce 1975. Tato škála komplexně definuje toleranci slunečního světla podle typu pleti [52, s. 93-96; 22, s. 47-54], třídí vrásky na dynamické a statické [53, s. 395-402]. Nejnovější, a s ohledem na různé rejuvenační postupy v praxi nepřínosnější, je Goldbergova klasifikace, která dle přítomných kožních změn určuje potřebný typ fotorejuvenace je uvedena v tabulce č. 2 [54, s. 68-74].

Tab. 1. Fitzpatrickova klasifikace [22, s. 47-54]

Skupina	Klasifikace	Věk	Vrásky	Charakteristika
I.	lehké poškození	20 – 30	bez vrásek	mírné pigmentové změny, minimální vrásky
II.	střední poškození	30 – 40	mimické vrásky	hyperpigmentace, viditelné vrásky
III.	těžší poškození	50 – 60	mimické vrásky, statické vrásky	hyperpigmentace, aktinické keratózy, teleangiektázie
IV.	těžké poškození	nad 60	mimické vrásky, výrazné statické	statické vrásky, aktinické změny, prekancerózy

Tab. 2. Goldbergova klasifikace

Typ	Vrásky	Kožní změny	Fotorejuvenace
A	jemné linie	skvrnitá pigmentace, erytém	Typ I
B	dynamické vrásky	dermální změny, vrásky	Typ II
C	dynamické vrásky	aktinické změny	Typ III

5 VRÁSKY

První viditelné změny signalizující stárnutí se objevují v rozmezí 30. – 40. roku života. Počátečním příznakem stárnutí jsou vrásky. Podle Kykalové [55, s. 50-56] jsou vrásky různě hluboké linie, které narušují kontinuitu vzhledu kůže. Podkladem vzniku vrásek je kožní řídnutí tkáně, které se může přisuzovat poklesu extracelulárního matrixu ECM (mezi buněčná hmota). Buňky ztrácejí jak epidermální, tak dermální vrstvy. Ztráta ECM je evidentní, při porovnání histologické tkáně mladé a staré pleti [56, s. 336-341]. Na vzniku vrásek se ale podílí celá řada faktorů. Jejich přítomnost v určitých lokalizacích podmiňuje činnost mimických svalů. Dalším projevem je celková ochablost pokožky, díky degenerativním pochodům v *dermis* spojených s úbytkem kolagenních a elastinových vláken, poklesem obsahu vody se snižuje kožní turgor a elasticita. Současně s tím se povrch pokožky stává sušším, méně lesklým, dochází k přesunům pigmentu, patrné jsou prosvítající kapilární kličky, celkově je povrch pokožky hrubší. Tyto změny se odborně nazývají solární elastózy. U žen se na procesu stárnutí kůže podílejí i hormonální změny v menopauze [57, s. 9-14]. Podle vzniku se vrásky dělí:

- dynamické neboli mimické – vznikají v místech kontrakcí mimických svalů. Výrazné jsou např. horizontální na čele, mezi obočím, kolem očí a rtů (bradoretní a nosoretní rýha) [58, s. 112],
- statické – vznikají v důsledku ztráty hydratace, elasticity,
- ztrátové – vznikají ubýváním tukové tkáně,
- habituální – vznikají působením vnějších faktorů (UV záření),
- kombinované [59, s. 293-296].

5.1 Metody rejuvenace vrásek

Termín rejuvenace se používá pro procesy, které jsou schopny ovlivnit produkci kolagenu a jeho remodelaci, zvýšit produkci elastinových vláken, zjemnit vrásky a ovlivnit texturu kůže [60, s. 21-25]. Rejuvenační zákroky se orientují dvěma směry. První se zaměřuje na léčbu epidermálních projevů photoagingu, druhý na neablativní dermální remodelaci. K nejdéle používaným patří hluboký chemický peeling a dermabraze, avšak postupně nabyl na významu laserový resurfacing. Ačkoli se všechny vyjmenované postupy efektivně vypořádaly s některými aspekty kožního stárnutí, jsou obvykle spojeny s dlouhou rekonvalescencí a nezanedbatelným rizikem vážnějších komplikací [61; 62, s. 30-32]. V současné době existuje mnoho metod, které ovlivňují jednotlivé známky stárnutí. Tyto korektivně dermatologické metody se dělí na neinvazivní a invazivní. Mezi neinvazivní metody patří kosmetické postupy, které neporušují integritu kožního povrchu. Příkladem je lokální aplikace přípravků, povrchový chemický peeling, mikrodermabraze a neinvazivní foto-rejuvenace. Invazivní metody porušující celistvost kožního povrchu, dochází zde ke krvácení. Řadí se sem hluboký chemický peeling, dermabraze a výkonové invazivní lasery [59, s. 293-296; 63, s. 427-428; 64, s. 16-23].

6 NEINVAZIVNÍ LASER

Slovo laser je složené z počátečních písmen anglického názvu: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, v překladu znamená zesílení světla pomocí vybuze­né emise záření [65, s. 7]. Lasery je možné dělit podle typu aktivního prostředí, vlnové délky, pracovního režimu, způsobu buzení, výkonu, účelu a dalších parametrů. Záření je vysoce monochromatické, polarizované, prostorově i časově koherentní, úzce směrové, má vysokou hustotu energie a je emitováno kontinuálně nebo v impulzech. Patří mezi neionizující formy záření. Výsledný účinek laseru je závislý na vlnové délce, hustotě energie (W/cm^2) absorpci v tkáni a délce expozice. Při intenzitách do $5 \text{ W}/\text{cm}^2$ dochází k biologické stimulaci buněk [66]. Laserový resurfacing se provádí na pokožce obličeje se známkami stárnutí, jako jsou vrásky, snížená elasticita, pigmentové nepravidelnosti, pokožka vykazující známky UV záření, ale i jizvy [67, s. 125]. Ošetření laserem se může provádět ve větších plochách na celém obličeji nebo cíleně na určitých partiích obličeje. Ošetření menších ploch obličeje se provádí nejčastěji v oblasti úst (drobné i hlubší paprscité vrásky), kolem očí (vějířky vrásek při zevních koutcích) a u kořene nosu [68, s. 121]. K vyloučení rizika expozice neionizujícímu elektromagnetickému záření nebo k jeho snížení na únosnou míru jsou stanoveny hygienické limity, jejichž nepřekročení zaručuje dostatečnou ochranu před poškozením lidského zdraví. V České republice jsou nejvyšší přípustné hodnoty pro expozici osob neionizujícímu záření stanoveny nařízením vlády ze dne 29. března 2010 č. 106/2010 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením [69]. Hygienické předpisy pro použití laserů jsou uvedeny v zákoně: Zákon č. 258/2000 Sb., § 35, 36 ze dne 14. 7. 2000 o ochraně veřejného zdraví, Nařízení vlády č. 480/2000 Sb. ze dne 22. 11. 2000 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením. Neinvazivní biostimulační lasery podporují regenerační schopnost organismu. Na buněčné úrovni stimulují látkovou výměnu, aktivují fibroblasty, které mají vliv na tvorbu kolagenu. Pozitivně ovlivňují zánětlivé procesy, zlepšují proliferační aktivitu buněk a kladně působí na zvýšení intracelulární aktivity enzymů [70, s. 439-440]. Laserové paprsky zvyšují mitotickou aktivitu T-lymfocytů, plazmatických buněk a aktivují diferenciaci B-lymfocytů. Toto záření je účinným pomocníkem při terapii herpes zoster, herpes simplex, u léčby akné, zlepšení prokrvení vlasových folikulů [71, s. 366 - 377] u hojení popálenin, pohmožděnin, otoků, hematomů, dekubitů, bércových vředů a jiných stavů spojených se změnou kůže [72, s. 583-593; 73, s. 117-124; 74, s. 991-1000]. Stimulační lasery pracují optimálně při výkonu od 5 do 500 mW. Při vyšším výkonu mizí stimulační odpověď buněk, které již nereagují na dodávanou energii. Tyto

tzv. měkké lasery mají nejlepší účinnost při vlnové délce 630 – 670 nm (oblast červeného viditelného spektra) při průniku povrchových vrstev kůže a sliznic a 780 – 904 nm (oblast neviditelného infračerveného záření). Čím je vlnová délka kratší, tím je menší hloubka průniku do tkání, ale větší koncentrace energie v místě působení [75, s. 96-99].

6.1 Biologický efekt neinvazivní laseroterapie

Mechanismus biologických účinků nízkovýkonných laserů je ověřován *in vitro* i *in vivo*. Je popisován stimulační, protizánětlivý i analgetický efekt. Ozáření ovlivňuje přenos energie mezi paprskem a místem jeho příjmu. Vydaná energie na cílový bod je tkání využita přímo nebo je předána dále. Laser stimuluje buněčný metabolismus ovlivněním katalyzátorů biologických procesů i stimulací výměny elektrolytů buněčné protoplazmy. Významnou roli hraje aktivace tvorby kolagenu, urychlení novotvorby cév, regenerace poškozených nervů a normalizace dráždivosti nervů [76, s. 15-17]. Současná literatura popisuje tři základní efekty neinvazivní laseroterapie – analgetický, protizánětlivý a biostimulační efekt. Další biologické účinky jsou považovány za důsledek interakce vlivů citovaných základních efektů [77, s. 31]. Protizánětlivý – laser aktivuje přirozené protizánětlivé procesy, kterými organismus na probíhající zánět reaguje. Buňky zánětlivé tkáně produkují histamin, serotonin, zvyšuje se lokální prokrvení a permeabilita cév, takže dochází k přesunu proteinů a tekutiny z intravazálního prostoru do intersticia a vzniku otoku. Tužší elastický otok v zánětlivé tkáni se formuje po transportu krevního proteinu fibrinogenu, změnou fibrinogenu na fibrin a koagulací fibrinu vedoucí k oblenění tkáně a lymfatické tekutiny - tento proces izoluje postiženou tkáň od zdravého okolí. Obranné mechanismy nastupují rychle. Nejprve se mobilizují neutrofilní granulocyty, které jsou schopny fagocytovat cizí elementy, uvolňují se substance zvyšující neutrofilní leukocyty v krvi, které pak dosahují k zánětlivé oblasti marginací, diapedezí a chemotaxí. Progresivně se zvyšuje počet neutrofilních granulocytů a produkce monocytů v kostní dřeni. Laser má v celém procesu významný terapeutický efekt na otok, bolest, zarudnutí i zvýšenou teplotu. Analgetický – Přesný mechanismus analgetického účinku není znám. Jedna z reakcí, která se při něm uplatňuje, je uvolnění endogenních opiátů, které se navážou na opiátové receptory nociceptivního systému, vedoucího bolestivé podněty. Mezinárodní asociace pro studium bolesti (International Association for the Study of Pain, IASP) definuje nociceptory jako vysokoprahové sensorické receptory periferního nervového systému, které jsou schopné detekovat a přenášet informace o škodlivých podnětech [78]. Na molekulární úrovni při

absorpci laserového záření dochází k elektronovým přechodům. Typ přechodu je závislý na vlnové délce působícího záření. U laserů vyzařujících v infračervené oblasti je navozen při absorpci fototermický jev. Energie infračervených fotonů obvykle nedostačuje k iniciaci přechodů elektronů mezi hladinami, dochází pouze k stimulaci rotačně vibračních stavů molekul. Viditelné záření pak iniciuje jak fotochemickou i fototermickou reakci. Laser také ovlivňuje uvolňování endogenních opiátů, které se váží na opiátové receptory nociceptivního systému a především substantia grisea centralis (PAG), který je jimi na mnoha místech obsazen a tak je dosaženo analgetického efektu. Biostimulační – laser, který je reprezentován energií fotonů, má důležitý vliv na enzymatické reakce a to ve smyslu stimulace. Ovlivněním enzymatických reakcí dochází ke zvýšené syntéze adenosintrifosfátu (ATP), zatímco spotřeba glukózy se snižuje. ATP je zdrojem energie, kterou může využívat buňka k jiným biochemickým syntézám. Tato přeměna adenosindifosfátu (ADP) na ATP se děje v mitochondriích v rámci oxidativní fosforylace. Zvýšení energetického potenciálu má zejména význam u buněk postižených patologickým procesem, kdy tyto buňky trpí deficitem energie. Podobně buňky, které jsou ve fázi hojení, mají vysokou spotřebu ATP. Pokud se stimulují laserem zdravé buňky, které nepotřebují produkci ATP, pak se nadbytek ATP přesouvá k jiným buňkám, které vykazují energetický deficit. Laserovým zářením stimulované buněčné dýchání urychlí některé metabolické reakce buňky, zvýší imunologické reakce a podporuje zejména mitózu buněk [79, s. 82-92].

6.1.1 Metoda Lasocare

Metoda Lasocare je kombinací účinku laserového světla a fotocitlivých enzymatických komplexů k transportu atomů kyslíku do oblastí se zvýšenou dýchací aktivitou. Ústředním prvkem uvedené metody je gel, obsahující enzymy laktoferin a laktoperoxidáza získávané z mléka [80]. Laktoferin je glykoprotein patřící do skupiny transferinů. Hraje významnou roli v metabolismu železa, dělení a proliferaci buněk a vyznačuje se také antibakteriální, antivirovou a antiparazitickou aktivitou [81, s. 457-468; 82, s. 22-23]. Bakterie potřebují železo pro růst a laktoferin dokáže inhibovat výskyt těchto bakterií díky chelaci železa [83, s. 970-976]. Laktoferin je opticky aktivní látka, která má schopnost předat pohlcenou světelnou energii enzymu laktoperoxidáza. Ta se pomocí získané energie rozštěpí na H_2O , CO_2 a O_2 . Laktoperoxidáza katalyzuje oxidaci řady anorganických a organických substrátů peroxidem vodíku [84, s. 333-339]. Tyto oxidované meziprodukty mají silné baktericidní účinky [85]. Antibakteriální působení lakroferinu bylo prokázáno řadou experimentů *in vitro* i *in vivo*. Na přímém antibakteriálním působení se podílejí dva mechanismy: vazba iontů železa z vnějšího prostředí. Nedostatek železa vede k inhibici růstu *in vitro* u mnoha bakterií a kvasinek, např. *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptococcus* a *Candida albicans*. Druhým mechanismem je poškození bakteriální membrány a uvolnění lipopolysacharidů [86, s. 19-29; 87, s. 395-405].



Obr. 3. Lasocare gel

Ingredience: Aqua, laktoferin, laktoperoxidáza, glukózaoxidáza, propylenglykol, sorbitol, potasiumthiokyanát, fragrance, xanthan gum, dimethiconcopolyol, C12-15 pareth-12 disodium EDTA, sorbát draselný, trietanolamin, phenoxyetanol, metylparaben, butylparaben, etylparaben a propylparaben.

7 METODY MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ POVRCHU KŮŽE

Využití přístrojů měřících elasticitu kůže spočívá ve studiu změn kůže v závislosti na věku, pohlaví, stárnutí na různých místech těla. V poslední době se zvyšuje využití měření elasticity při řešení problematiky photoagingu a vlivu volných radikálů [88, s. 4-8]. Biomechanická měření jsou založena na zatížení nebo napětí pokožky. Na kůži působí síla resp. tlak a měří se vzniklá deformace [89, s. 202-205]. Dynamika deformační odezvy povrchu těla závisí na mechanických vlastnostech kůže a podkožních struktur. Měření viskoelastických parametrů kůže se jeví jako objektivní metoda pro ověřování působení kosmetických prostředků, které deklarují příznivý vliv na stárnutí kůže [90, s. 137-144]. Obecně můžeme metody měřící kožní parametry rozdělit na přímé a nepřímé. Pomocí přímých metod získáváme obraz, který je podobný sledovanému našima očima (mikroskopie, fotografie, videomikroskop). Mezi nepřímé metody patří měření kožního tření, měření hydratace kůže, kožního pH, sledování aktivity mazových žláz, kožní elasticity, kožního povrchu, chronometrie, spektrofotometrie (měření erytému, melaninu, fotoprotekce) a profilometrie [91, s. 106]. Profilometrie je objektivní metoda určená ke sledování, posuzování a měření nerovností kožního povrchu. Výsledky jsou reprodukovatelné a statisticky vyhodnotitelné [92, s. 169-173]. Pro maximální objektivizaci efektů různých metod vyvinul dr. S. Lemperle tzv. Wrinkle Assesment Scale, který koreluje s 3D profilometrií. Metoda umožňuje velmi přesné znázornění stavu před a po aplikaci, ale vyžaduje také velmi náročné technické vybavení. V souvislosti s výše popsaným nelze zapomenout na fotografický digitální záznam před a po ošetření, který je v současné době běžně dostupný s kvalitním záznamem a hodnocením v čase. Nevýhodou je však subjektivní vyhodnocování, které výrazně ovlivňuje intenzita a směr osvětlení. Intenzivní výzkum společnosti Beiersdorf AG a GFMesstechnik GmbH vyvinul generaci optického 3D přístroje Primos (Phaseshift Rapid In vivo Measurement Of Skin). Toto zařízení umožňuje rychlé, bezkontaktní a přímé měření topografie povrchu kůže in vivo při vysokém rozlišení. Během měření očních vrásek je vytvořena 3D mapa povrchu kůže. Bílé světlo se promítá ve formě jemných rovnoběžných čar na oblasti kůže, kde se měří. Vrásky a kožní nerovnosti způsobují deformaci těchto původně rovných čar. Výsledný snímek je zaznamenán v přesně definovaném úhlu. Na základě těchto záznamů se vypočte hloubka vrásek pomocí počítačového programu [93; 55, s. 50 - 56]. U popisu metody však chybí konkrétní příklady aplikace spojené s použitím rejuvenační metody. Problematickým a nejasným momentem metody je způsob zaměření snímané plochy, která je zásadní pro porovnání 3D profilu povrchu kůže před a po zákroku.

Rovněž je nezbytné, aby nedošlo v průběhu měření k pohybu probanda. Na fakultě technologické, Ústavu procesního inženýrství je zařízení Talysurf CLI 500, které je schopno bezkontaktního prostorového skenování povrchu. Je využito v experimentální části této práce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Jak již bylo uvedeno výše, hlavním cílem této práce je nalézt a ověřit metodiku objektivního měření účinnosti biostimulačního laseru na rejuvenaci kůže. Pomocí 3D skenování povrchu jsou porovnávány výsledky před a po aplikaci samotného záření a kombinace laseru a omlazovacího gelu. Výstupem experimentu jsou prostorové snímky kožního reliéfu a modely povrchu kůže pořízené na 3D tiskárně. Součástí experimentu jsou i měření změn elasticity kůže. Orientačně jsou měřeny i případné tepelné účinky laseru na kůži pomocí termovize.

8.1 Použité chemikálie a kosmetické prostředky

Odličovací mléko, výrobce Mako Butterfly s.r.o.

Pleťové tonikum, výrobce Mako Butterfly s.r.o.

Gel Lasocare, výrobce Medistellar GmbH s.r.o., Switzerland

Gumová sádra, výrobce ELCHEMCo spol. s.r.o.

8.2 Použitá zařízení

Digitální fotoaparát Canon, model: PC1106, výrobce Canon CZ, s.r.o.

Lasocare, výrobce Medistellar GmbH s.r.o., Switzerland

Reviscometer, výrobce Courage + Khzaka electronic GmbH, Germany

Talysurf CLI 500, výrobce Taylor Hobson Precision, England

Mikroskop Carl Zeiss, výrobce VEB Carl Zeiss Jena

Termovize, výrobce FLIR Systems Inc,(NASDAQ:FLIR)

9 METODIKA MĚŘENÍ

9.1 Výběr probandů

Kritériem pro výběr probanda byl především jejich věk a stav pleti. Celkový počet účastníků tvořilo 20 žen 4 věkových kategorií a 1 muž ve věku 52 let. Věkové kategorie byly rozčleněny do 4 skupin A, B, C a 0. Skupinu A tvořily ženy ve věku 31 – 40 let, B ve věku 41 – 50 let a C ve věku 51 – 60 let. Skupina 0 ve věku 20 – 30 let tvořila tzv. kontrolní skupinu. Probandky byly jednotlivě zvány do laboratoře aplikované kosmetiky. Při první návštěvě byly seznámeny s plánem studie, kontraindikacemi a podepsaly informovaný souhlas o použití přístroje Lasocare Cosmetic (viz Příloha 1). Před první aplikací kosmetického prostředku byly vrásky v definovaných oblastech fotograficky zdokumentovány a proveden jejich odlitek. Po ukončení intenzivní kúry byly vrásky opět v definovaných oblastech fotograficky zdokumentovány. Za účelem porovnání změn hloubky vrásek a struktury pokožky byl proveden závěrečný odlitek stejného místa jako před zákrokem. Přístrojem Reviscometer byla změřena elasticita kůže dle postupu uvedeného v manuálu k přístroji v definovaných oblastech jako podklad pro zjištění působení laseru na ovlivnění kolagenních a elastinových vláken v *dermis*. První série měření proběhla před aktivací gelu. Druhá série měření proběhla po třítydenní aplikaci kosmetického prostředku. Výsledky studie byly vyhodnoceny pomocí speciálního 3D programu, který umožňuje analýzu povrchu kůže. Snímání a vyhodnocování povrchů 3D bylo provedeno pod vedením doc. Dr. Ing. Vladimíra Paty na Ústavu výrobního inženýrství.

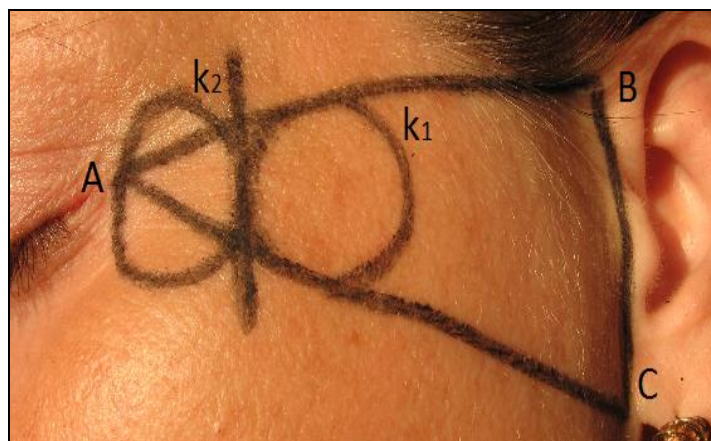
9.2 Příprava pleti a její diagnostika

Před každým ošetřením bylo provedeno povrchové čištění pleti. Při procesu odlíčení byl zvolen následující postup: první byly použity přípravky na tukové bázi (plet'ové mléko), které odstraňuje nečistoty rozpustné v tucích. Poté byla pleť dočištěna plet'ovým tonikem (viz kap. 8.1), která odstraňuje nečistoty rozpustné ve vodě. U každé probandky byla následně provedena diagnostika pleti. Diagnostika pleti byla stanovena dle Rozsivalové [94, s. 78-91]. Pro určení aktuálního stavu pleti se hodnotí tyto kritéria: promaštění, tonus a turgor, vrásky, odchylky od normy a fotoreaktivita. Míra promaštění a produkce mazu se hodnotí z hlediska kvantitativního a kvalitativního. Kvantitu určuje produktivita mazových žláz a kvalita mazu je určujícím faktorem pro kvalitu kožního filmu. Typickými projevy u zvýšeného promaštění jsou rozšířené póry, které bývají často plné. Mastný lesk se proje-

vuje většinou na čele, nose a bradě v tzv. T-zóně. Celkově může pleť působit zhrubělým dojmem. U normálního promaštění produkují mazové žlázy přiměřené množství mazu, póry jsou jemné, nezřetelné. Na pohled má kůže hebký povrch a jemně růžovou barvu. Snížené promaštění pleti se vyznačuje velmi jemnými až neznatelnými póry. Kůže je dobře prokrvená a křehká. Tonus je souhrnný název pro hydrataci a elasticitu. Množství vody v kůži klesá s přibývajícím věkem a závisí na vnějších faktorech, jako je vliv zevního prostředí na kůži, a to hlavně UV záření a vnitřní faktory, jako jsou genetické dispozice, celkový metabolismus organismu a věk. Anomálií existuje několik druhů, lze je dělit na vrozené a získané. Fotoreaktivita udává obranyschopnost kůže [100, s. 78-91].

9.3 Tvorba náměru

Pro dokonalé zaměření snímaného místa a dosažení reprodukovatelnosti výsledků byla pro každého probanda vytvořena individuální šablona z průsvitné folie. Ta byla použita pro přesné určení místa získání odlitku po ukončení ozařování. Tvorba náměru pro tuto šablonu je vyobrazena na obr. 4. Na obličejí byly identifikovány tři body (zevní koutek oka, vnější kožní val boltce a lalůček boltce), které spojením vytvořily trojúhelník ABC. Do trojúhelníku ABC byla vepsána kružnice k_1 . Kružnice, která se dotýká všech stran trojúhelníku se nazývá kružnice trojúhelníku vepsaná. Ke kružnici k_1 byla narýsována rovnoběžka $a \parallel BC$. Tečně k a byla vepsána kružnice k_2 o ϕ 10 mm. Viz obr. 4. Kružnice, která prochází všemi vrcholy trojúhelníku, se nazývá kružnice trojúhelníku opsaná.



Obr. 4. Tvorba náměru

9.4 Odlitek vrásek

Odlitky vrásek byly provedeny před a po třítydenní aplikaci kosmetického prostředku speciální gumovou sádrou, která má vůči pokožce indiferentní chování. Smícháním rychle tuhnoucí sádry s vodou v poměru 1:1 vznikla tekoucí viskózní hmota o objemu 4 ml, která byla naplněna do aplikační plastové formy a přiložena k pokožce na kružnici k_2 viz obrázek č. 5. Hmota byla nechána stéci ve směru gravitace na povrch kůže, tak aby byla vyloučena možná mechanická deformace. Do ztuhnutí sádry, které trvalo cca 3 minuty, musela proband(ka) vydržet bez pohybu a použití mimiky obličeje. Získané vzorky byly sušeny volně na vzduchu při 20 °C, tak aby byla zaručena jejich objemová stálost. Poté byly předány k provedení prostorového měření a hodnocení povrchu přístrojem Talysurf CLI 500.



Obr. 5. Odlitek profilu

9.5 Aplikace laseru

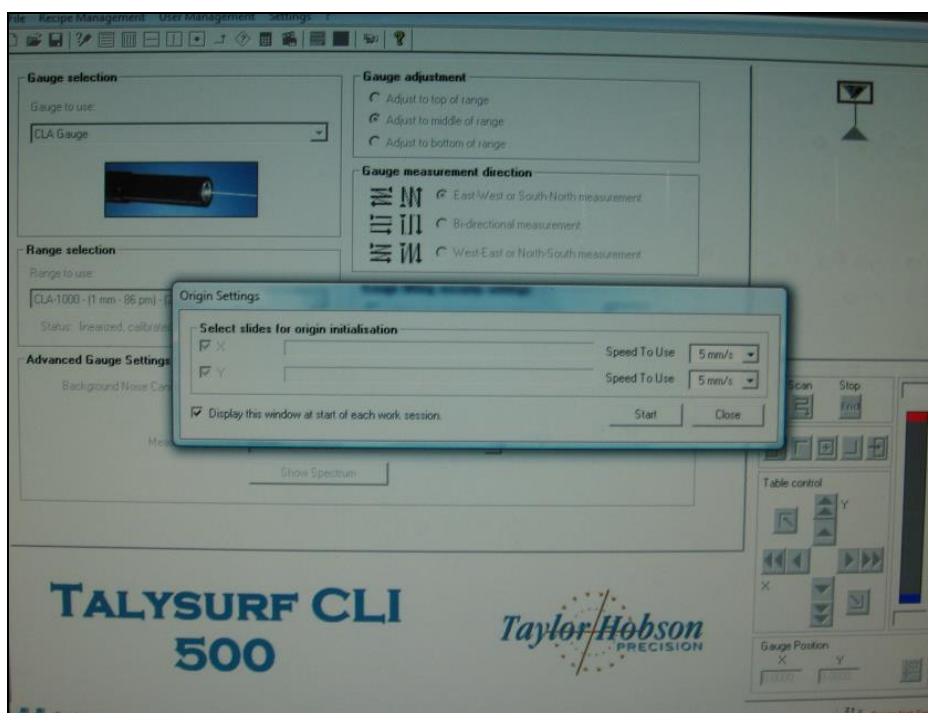
Aktivace gelu laserem bylo prováděno v laboratoři aplikované kosmetiky na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně. Intenzivní kúra obnášela celkem 9 ošetření, po dobu 10 minut na každé straně obličeje, vždy 3 krát týdně po dobu 3 týdnů. Ozařování bylo prováděno panoramatickým scannerem, který zaručuje objektivní a reprodukovatelný způsob ozařování. Je sestaven z dvanácti vzájemně nezávislých laserových zářičů, sestavených do oblouku. Výkon každého zářiče je 5 mW. Při každé návštěvě byl aktivován Lasocare gel pouze na levé straně obličeje (z hlediska probandky) a to tak, že byl vmasírován a poté aktivován laserovým světlem vlnové délky 645 nm po dobu 10 minut. Pravá strana obličeje byla ozařována laserem po dobu 10 minut, ale bez aplikace gelu. Následné aplikace kosmetického prostředku prováděly probandky samostatně doma dle návodu výrobce, na testovaný povrch kůže každých 24 hodin, po dobu tří týdnů.

9.6 Měření elasticity pomocí přístroje Reviscometer

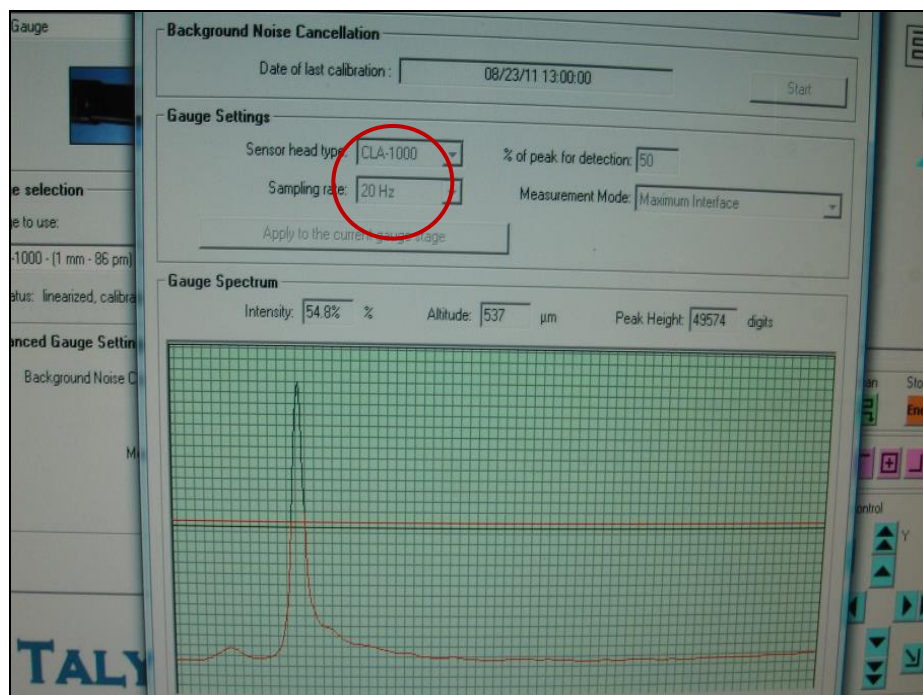
Elasticita kůže byla měřena pomocí Reviscometru RVM 600. Princip měření spočívá v průchodu akustické rezonanční energie mezi dvěma elektrodami. Mezi tyto elektrody je umístěna měřená kůže. Měření bylo prováděno v intervalu 0 – 360° podle metodiky, kterou uvádí manuál k přístroji. Vyhodnocování se provádí na základě odezvy přístroje v reviscometrických jednotkách. Čím větší je hodnota, tím je měřený vzorek méně elastický, jelikož rezonanční vlna potřebuje na průchod delší čas. Tzn. čím větší je měřená hodnota, tím méně elastický materiál je. Pokud jsou odezvy různé v průběhu měření, svědčí to o anizotropii materiálu. Kůže dětí nevykazuje žádné píky, se stoupajícím věkem je odezva stále větší [95].

9.7 Snímání vzorků

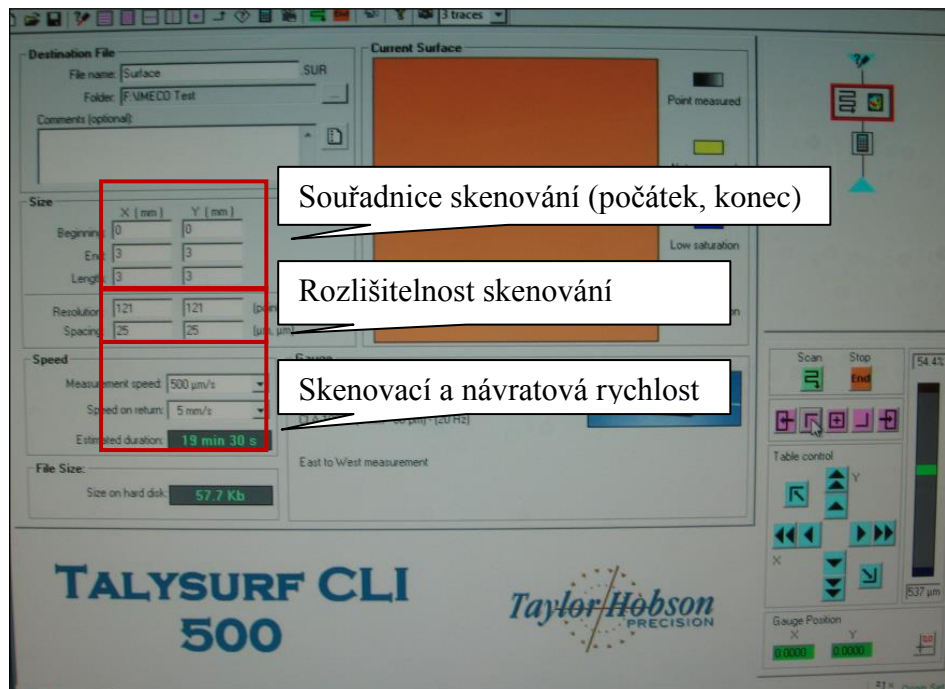
Metoda skenování vrásek, přístrojem Talysurf CLI 500 byla aplikována, aby se změřila a vyhodnotila průměrná hloubka vrásek vyskytujících se na kůži probandů. Při skenování vzorků vrásek byl postup následující: Vyhodnocení vzorku začíná umístěním na pracovní stůlek skeneru Talysurf CLI 500, které je spojené s jeho fixací a přibližným vyrovnáním tak, aby vyhodnocovaný povrch neměl výškové diference větší než 1 mm. V tomto případě by totiž došlo k překročení měřicího rozsahu skeneru v zetové souřadnici, a tím i k znehodnocení celého měření. Dále následovala kontrola kalibrace (viz obr. č. 6) a nastavení nulového bodu scanneru, což je v souladu s normou ČSN EN ISO 4288 (Hodnocení jakosti povrchů, rok vydání 1997). Po tomto kroku následovalo seřízení odrazivosti (viz obr. č. 7) dopadajícího skenovacího paprsku od povrchu skenovaného vzorku. Minimální odrazivost je výrobcem stanovena 20 %, v našem případě se odrazivost skenovacího paprsku pohybovala v intervalu mezi 40 – 60 %. Skenování vzorků bylo prováděno na ploše 3 x 3 mm, respektive 4 x 4 mm, v závislosti na otisku vzorku. Nalezení odpovídající polohy bylo provedeno na mikroskopu Carl Zeiss, který umožňuje měřitelný pohyb ve dvou na sebe kolmých osách. Posledním krokem bylo nastavení parametrů skenování (viz obr. č. 8), tj. skenovací rychlost, rychlost zpětného pohybu a skenovací krok. Postup při vlastním skenování je znázorněn na obrázku č. 9. Naskenované souřadnice byly následně přeneseny do programu Talymap verze Gold za účelem graficko-matematického vyhodnocení. Obrázky č. 10, 11 a 12 jsou vytvořeny ze stejných dat, ale mají rozdílnou vypovídací schopnost. Obrázek č. 12 vyjadřuje 2D zobrazení srovnaných vzorků v souřadnici Z. Po pravé straně se nachází škála (rozměrové měřítko), které vysvětluje polohy jednotlivých naměřených souřadnic pomocí barevných odstínů. Toto zobrazení klade vyšší nároky na představitelství hodnotitele. Obr. č. 13 zobrazuje vzorky v tzv. fotosimulaci, což znamená, že výsledek je podobný zobrazení mikroskopickému, u něhož je nastaven stejný úhel osvětlení (v našem případě 45°). Tento způsob zobrazení je velmi srozumitelný pro hodnotitele i pro laika. Nicméně není z něj možno solidně odečíst hloubky jednotlivých vrásek. Na obrázku č. 14 je možno vysledovat 3D zobrazení vzorků, v orientaci ortogonálního (pravoúhlého) souřadnicového systému. Tento způsob zobrazení je velmi výhodný jak pro hodnotitele, tak i pro laika z důvodu srozumitelnosti i přítomnosti škály. Jeho nevýhodou je však to, že je možno jej vygenerovat pouze pomocí jednoúčelového softwarového Talymap Gold firmy Taylor Hobson, což značí, že bez hardwarového zajištění proti kopírování softwaru) je nepřenositelný.



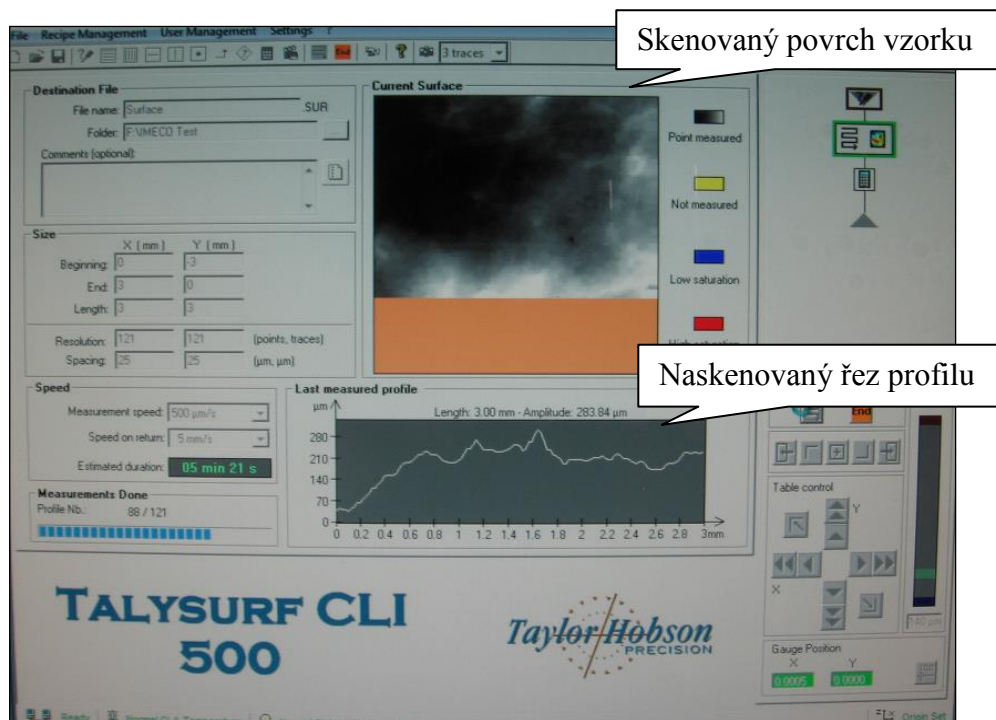
Obr. 6. Příprava skeneru pro kontrolu kalibrace



Obr. 7. Seřízení odrazivosti skenovacího paprsku

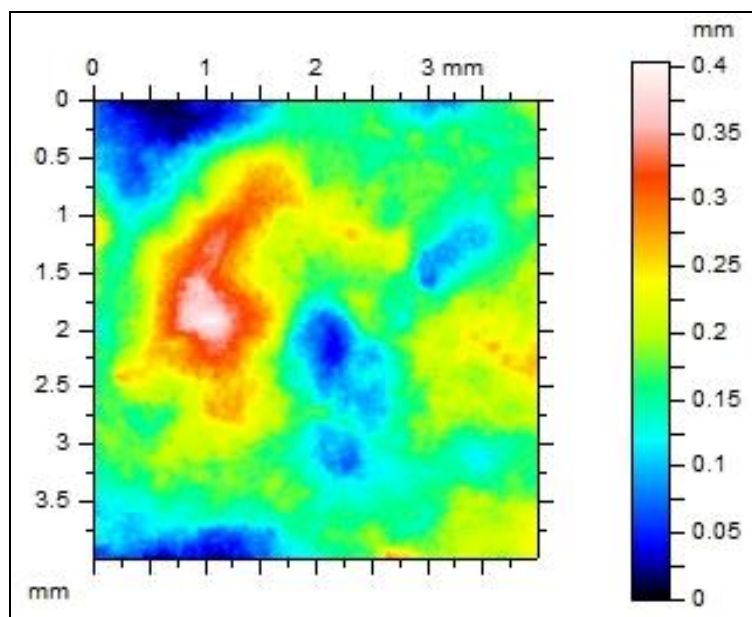


Obr. 8. Nastavení parametrů skenování

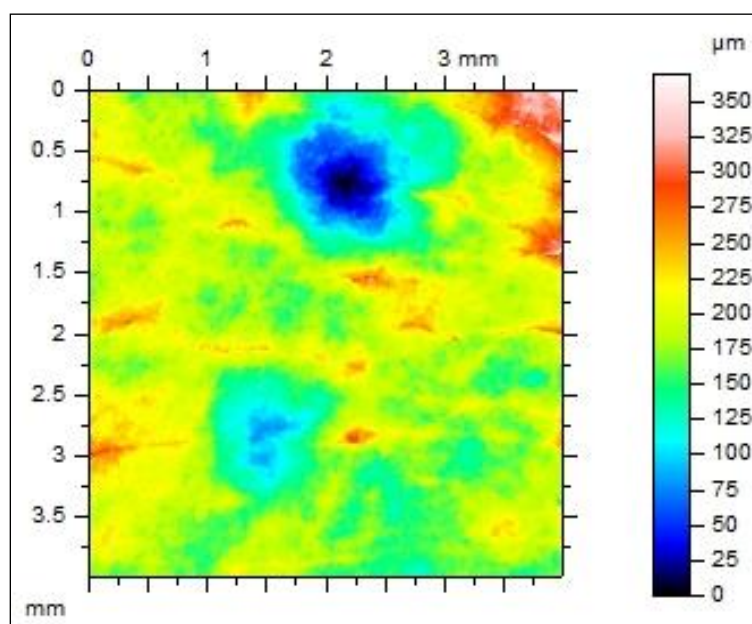


Obr. 9. Postup při vlastním skenování vzorku

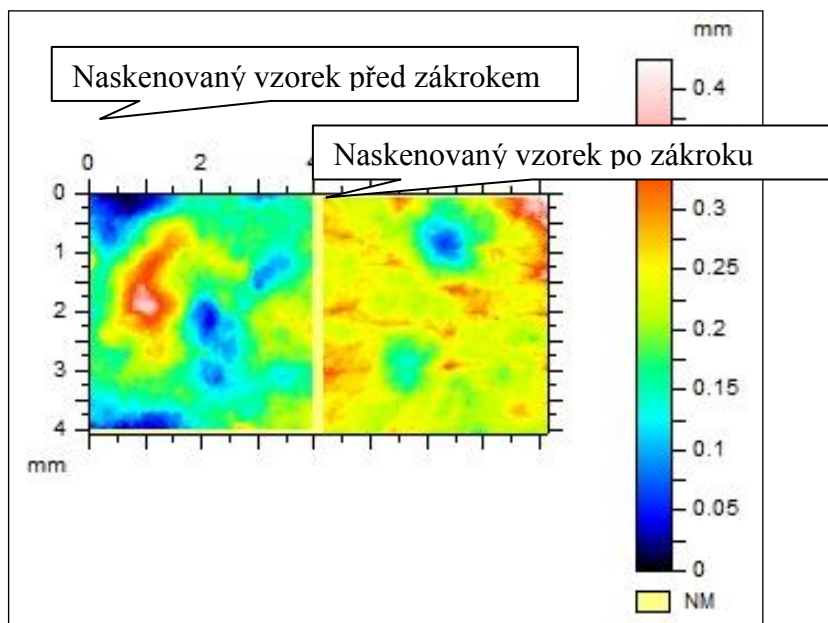
a) Graficko-matematické vyhodnocení naskenovaných vzorků



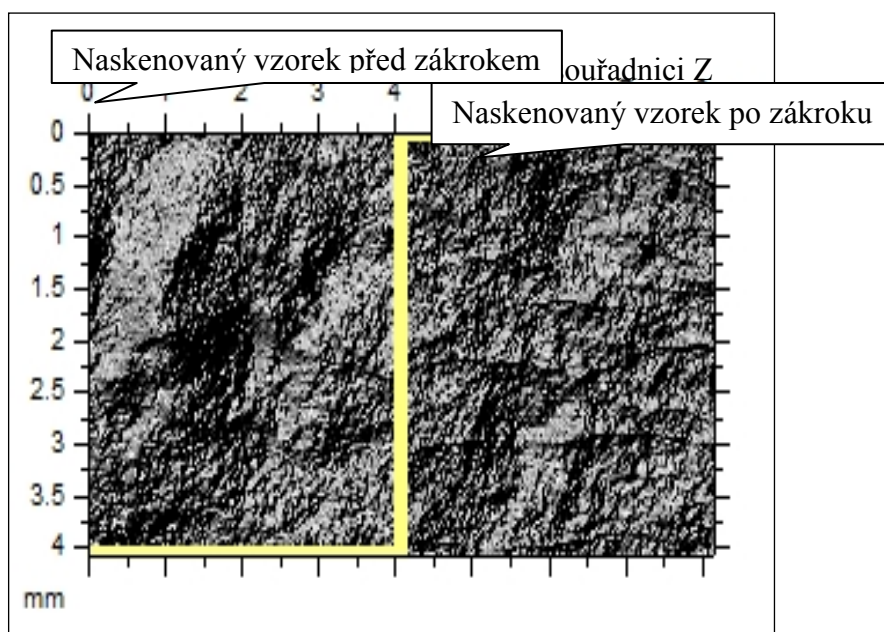
Obr. 10. Zobrazení naskenovaného profilu vzorku



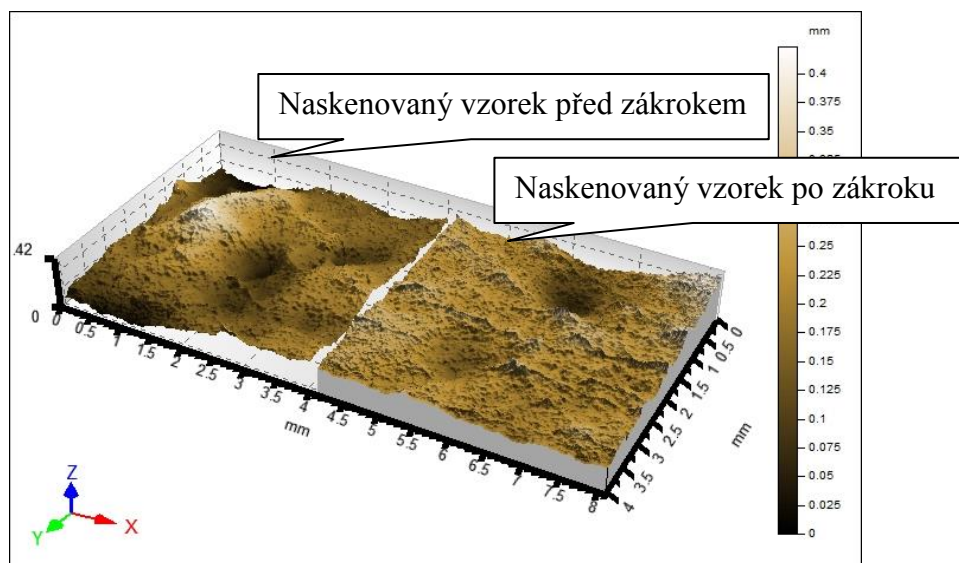
Obr. 11. Vzorek po aplikaci metody nejmenších čtverců



Obr. 12. Vzorky po srovnání měřítek v souřadnici Z



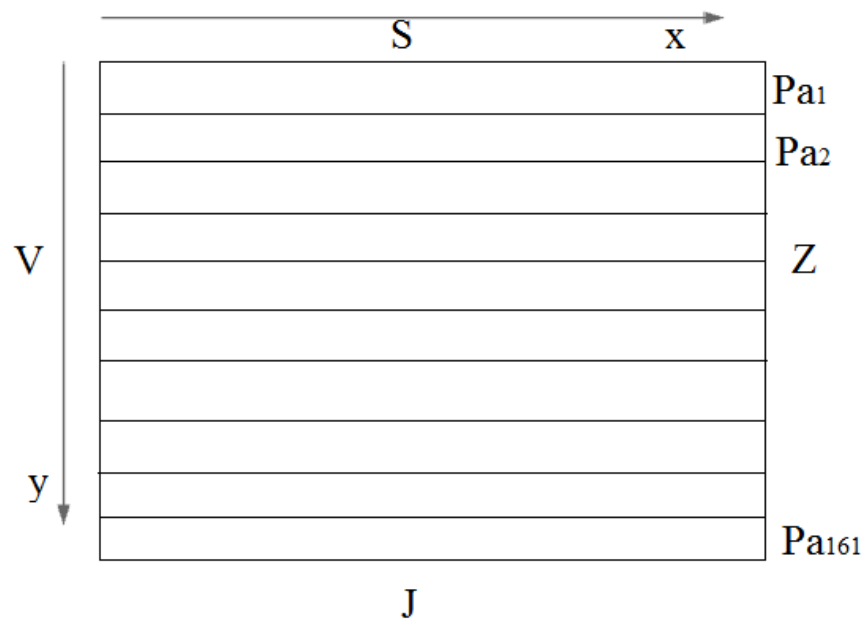
Obr. 13. Fotosimulace vzorků kůže před a po zákroku



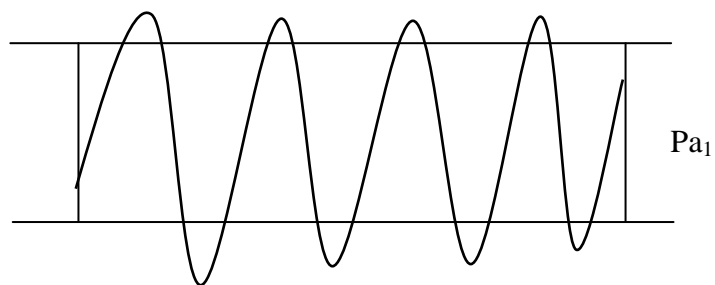
Obr. 14. Vzorky po srovnání měřítek v souřadnici Z v 3D

b) Postup statistického vyhodnocení dat získaných skenováním vzorků

Jako charakteristické parametry naskenované pokožky byly zvoleny parametry P_a a P_t (v souladu s normou ČSN EN ISO 4287 parametry jakosti povrchu pro vydání 1997). Parametr P_{a_i} označuje průměrnou aritmetickou úchylku posuzovaného profilu (160 hodnot ve směru východ-západ a 160 ve směru sever – jih). Parametr P_{t_i} označuje celkovou výšku profilu (160 hodnot ve směru východ – západ a 160 ve směru sever-jih). Z těchto hodnot je určena hodnota průměrná, tj. P_a a P_t . Ze statistického hlediska je hodnota P_{a_i} průměrem ($i \in \langle 1, 161 \rangle$), ze kterých je potom opětovně určena průměrná hodnota P_a . To stejné platí i pro hodnotu P_t , pouze s rozdílem, že se jedná ze statistického hlediska o průměrnou hodnotu variačních rozpětí. Na obrázku č. 15 a 16 je znázorněn postup statického vyhodnocení dat získaných skenováním vzorků.



Obr. 15. Názorný řez ve směru V – Z



Obr. 16. Hodnoty Pa

Statistické vyhodnocení bylo provedeno podle následujících vzorců:

$$\text{Vzorec č. 1: } Pa = \sum_{i=1}^{161} Pa_i / 161$$

$$\text{Vzorec č. 2: } Pt = \sum_{i=1}^{161} Pt_i / 161$$

10 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A DISKUZE

Jak již bylo naznačeno, celkový počet účastníků tvořilo 20 žen 4 věkových kategorií a 1 muž ve věku 52 let. Vzhledem k časové náročnosti snímání vzorků a vytíženosti přístroje Talysurf CLI 500, jsou v diplomové práci vyhodnoceny pouze vybrané 4 vzorky ze skupiny A, B, C a muž ve věku 52 let, který prezentuje pokožku vystavenou cigaretovému kouři. U daného probanda byla zároveň provedena reprodukovatelnost metodiky, zejména opakovatelnost zaměření a snímání sádrového vzorku. Technika ošetření pleti před zákrokem zaměření a získání odlitku a vlastní ozáření jsou popsány výše. U všech probandek(da) bylo vyhodnocení provedeno stejně, tak aby byla zaručena možnost porovnání získaných výsledků.

1. Probandka skupiny A

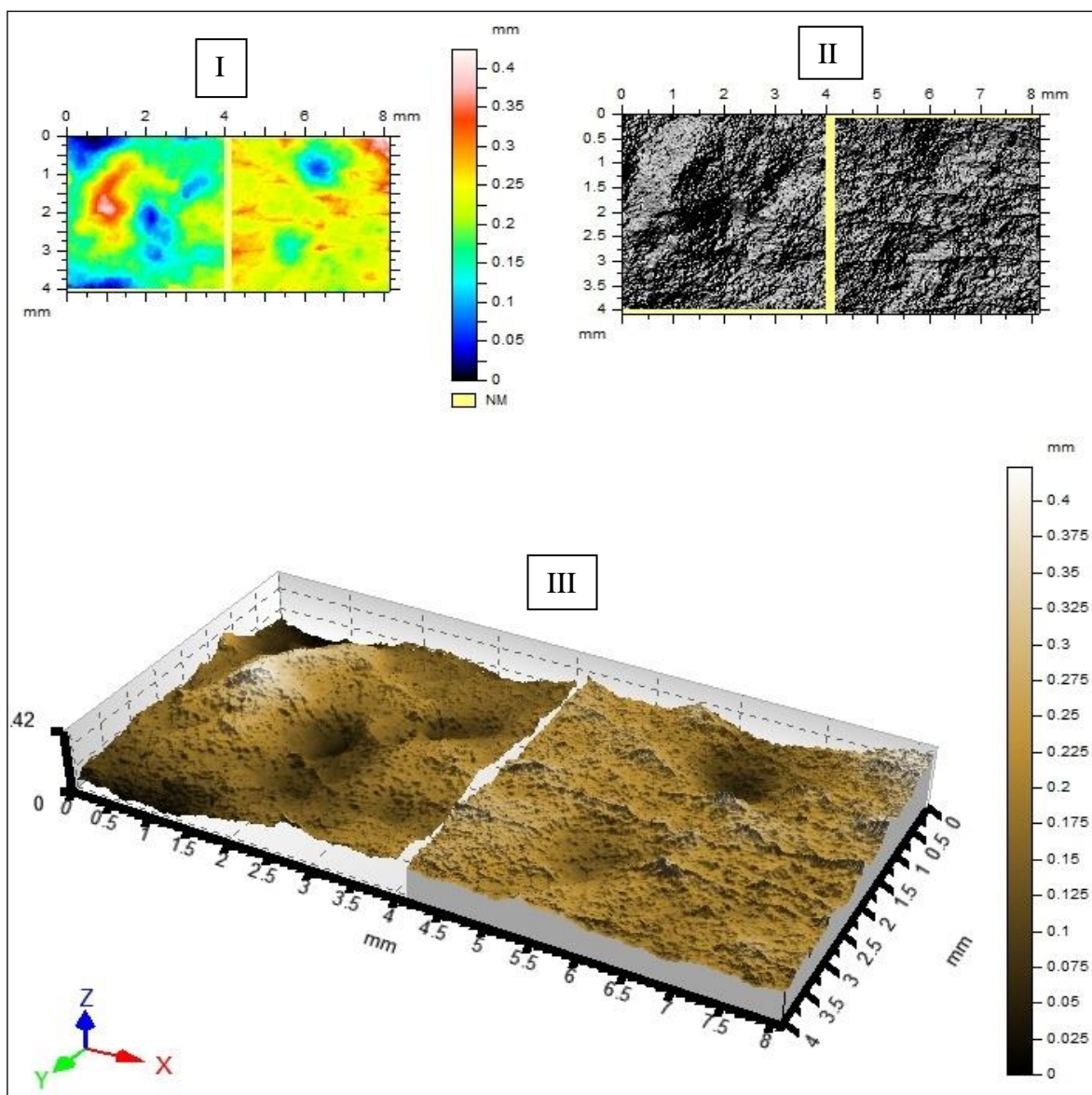
Ze skupiny A byla vybrána žena ve věku 37 let. Po provedené diagnostice pleti bylo zjištěno, že kůže probandky patří podle Goldbergovy klasifikace do typu A. Pokožka je mastná se sklonem k akné. Vzhled kůže je zhrubělý, vrásky kolem očí jsou velmi jemné. Z odchylek od normy se vyskytují jizvičky po akné a erytém kůže. Z obrázků č. 17 a 18 je subjektivně vidět pozitivní vliv laseru na kůži. Nejlépe je tento efekt vidět na obrázku č. 19, kde je na počítačovém reliéfu kůže provedeno srovnání pravých stran kůže před a po zákroku. Dvojice označená I. znázorňuje vlevo stav kůže před zákrokem a vpravo po zákroku. Stejný systém je používán i u dalších obrázků. Postup je podrobně popsán v pasáži 8.3.7. Z této 2D prezentace je vidět, že došlo k vyrovnání kožního povrchu, zlepšení stavu jizev, a tím i k vyhlazení nerovností na kůži. Dokumentuje to převládající žlutý barevný odstín na ploše vzorku. Stejně tvrzení lze vyslovit i u zobrazení II. Rozdíly nejlépe vyplývají z 3D zobrazení III, kde je vidět, že došlo k úbytku záporných i kladných vrcholů na snímaném povrchu kůže. Rovněž je signifikantní i celková změna charakteru vzhledu povrchu, který je po ozáření plošší, viz pravá strana zobrazení III. Důkazem tohoto tvrzení jsou i numerické výsledky získané z obrázků č. 20, 21, 22 a 23. Šedou barvou je znázorněn 1. až 161. řez v příslušném směru (V – Z, nebo S – J). Modrá křivka pak odpovídá průměrným hodnotám určených z řezů označených šedou barvou. Numerické výsledky jsou pak přehledně zpracovány v tabulce č. 3 a 4 a zakomponovány do finální tabulky č. 19, 20. Na základě těchto tabulek je možné tvrdit, že průměrně došlo ke zlepšení ve směru řezů V – Z (osa x) o 7,2 μm a ve směru řezu S – J (osa y) o 7,8 μm viz parametr Pa (Mean). Stejně tak můžeme vyslovit tvrzení o hodnotě Pt, která průměrně poklesla o 33 μm ve směru řezu

V – Z a o 29 μm ve směru ve směru S – J. Z níže uvedených tabulek lze konstatovat i snížení směrodatných odchylek (Std dev) obou parametrů, tj. Pa a Pt. Nárůst směrodatné odchylky parametru Pa a Pt (viz tabulky č. 5, 6) lze vysvětlit skutečností, že nejhlubší vrásky zůstaly beze změny.

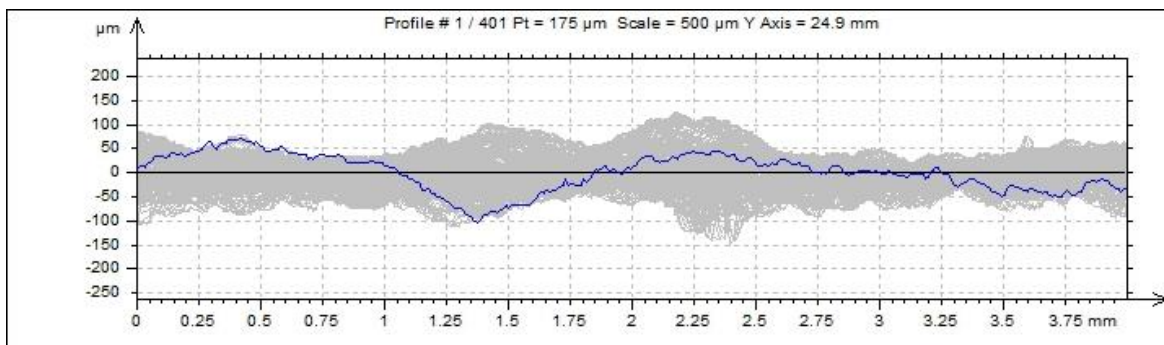


Obr. 17. Stav kůže před zákrokem

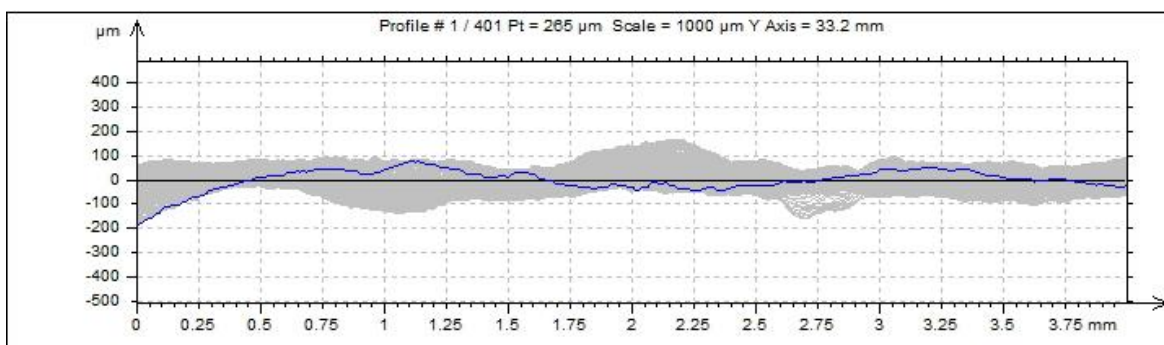
Obr. 18. Stav kůže po zákroku



Obr. 19. Srovnání pravých stran pokožky probandky A před a po zákroku



Obr. 20. Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem



Obr. 21. Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku

Tab. 3. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	32.3	11.8
Pt	µm	175	51.8

Kde:

Pa – průměr z průměrné aritmetické úchytky posuzovaného profilu [µm]

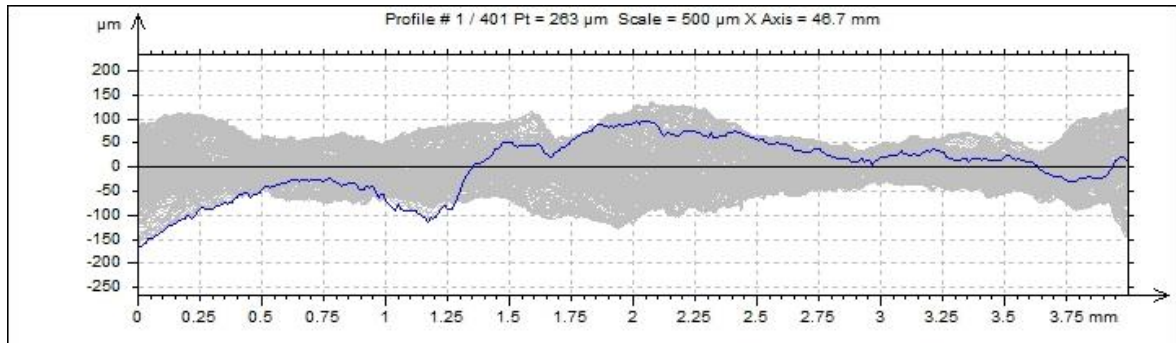
Pt – průměrná celková výška profilu [µm]

Mean – odhad aritmetického průměru [µm]

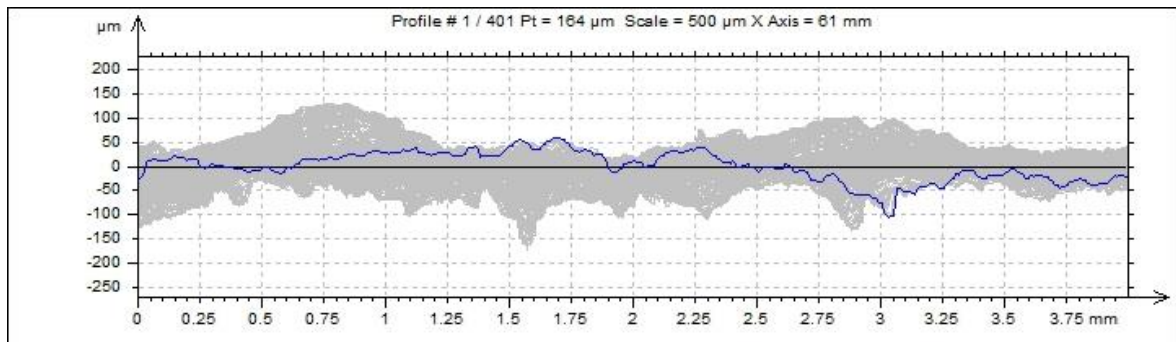
Std dev – odhad směrodatné odchylky [µm]

Tab. 4. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	24.5	8.72
Pt	µm	146	51.2



Obr. 22. Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem



Obr. 23. Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku

Tab. 5. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	30.9	7.94
Pt	µm	166	33.2

Tab. 6. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	23.7	7.47
Pt	µm	133	38.5

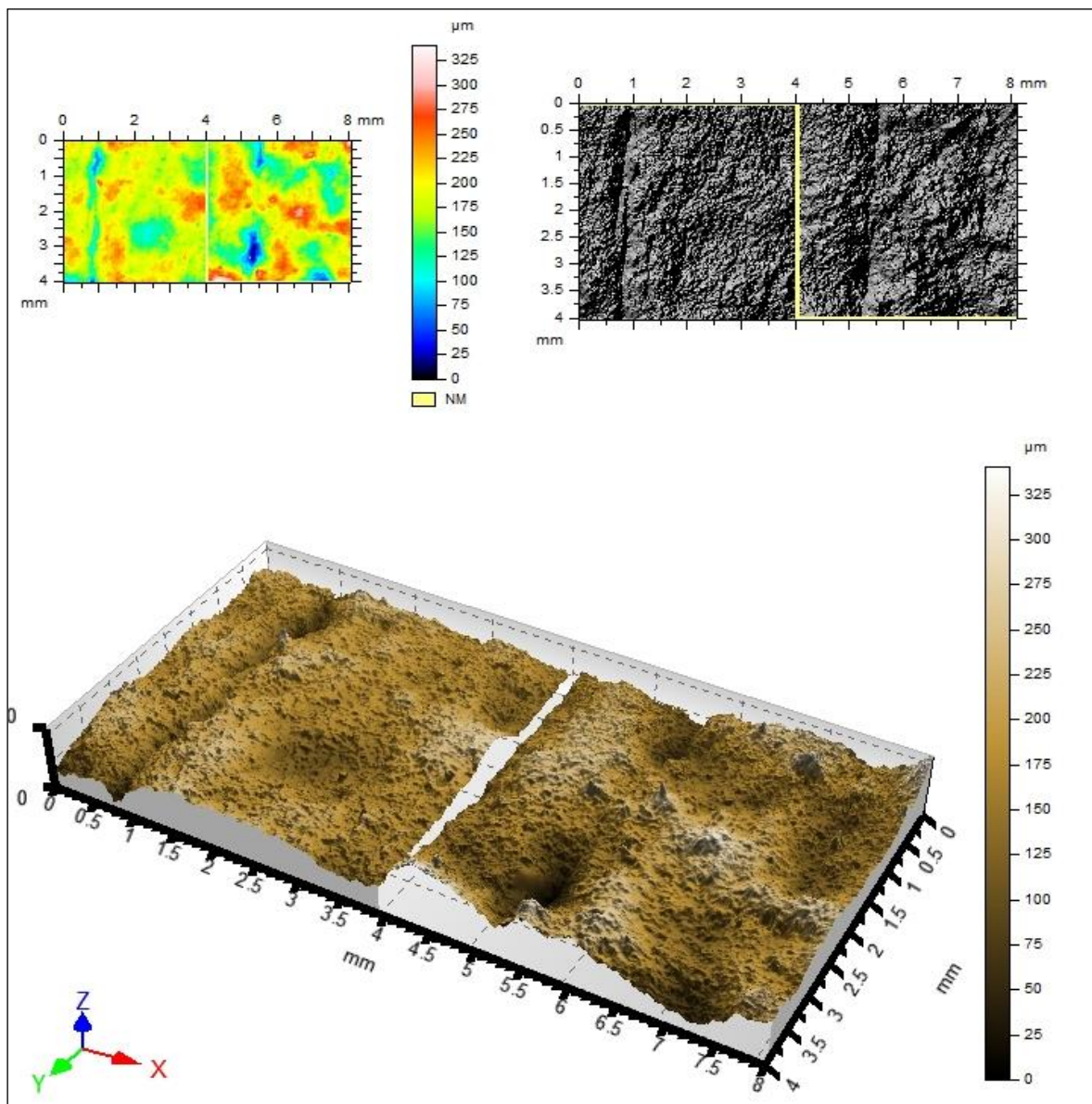
2. Probandka skupiny B

Ze skupiny B byla vybrána žena ve věku 50 let. Podle Goldbergovy klasifikace patří kůže probandky do typu B. Reliéf kůže je jemný, vrásky kolem očí jsou dynamické, ale i statické. Na obrázcích č. 24 a 25 před a po ošetření laserem je vidět pozitivní vliv laseru na pokožku, čemuž odpovídají grafická hodnocení na obr. č. 27, 28, 29 a 30. Efekt působení se projevil snížením hloubky dynamických vrásek, a tím došlo i k vyrovnání kožního profilu. Na prostorovém znázornění, viz obrázek č. 26, jsou vyjádřeny změny před a po zákroku laserem. Na rozdíl od probandky A nejsou po vizuálním hodnocení rozdíly tak zřetelné, pokud však přihlídneme k výsledkům na obrázcích č. 27 a 28, které jsou numericky vyjádřeny v tabulce č. 7, 8 lze opět nalézt pozitivní vliv na velikost měřených parametrů, kdy původní průměrná hodnota P_a 23 μm se zmenšila na 19,4 μm . Stejně tak parametr P_t , který byl před zákrokem 136 μm se zmenšil na hodnotu 124 μm . Změny u směrodatných odchylek nejsou signifikantní. Obdobné tvrzení lze vyslovit i u řezu V – Z, které jsou na obrázku č. 29, 30. Pozorný čtenář si jistě všimne různých měřítek na zetové pořadnici udávající mikrometry, které mohou svádět k domněnce, že hodnota P_a se po zákroku zvýšila. Měřitko je však automaticky určováno programem Talymap a není možné jej měnit, což ovšem vylučují hodnoty uvedené v tabulce č. 9 a 10, kdy dochází v obou případech ke snížení hodnot. V případě P_a z 21,1 μm na 18,5 μm a stejně tak P_t kleslo ze 122 μm na 113 μm . Změny hodnot směrodatné odchylky obou parametrů opět nejsou signifikantní.

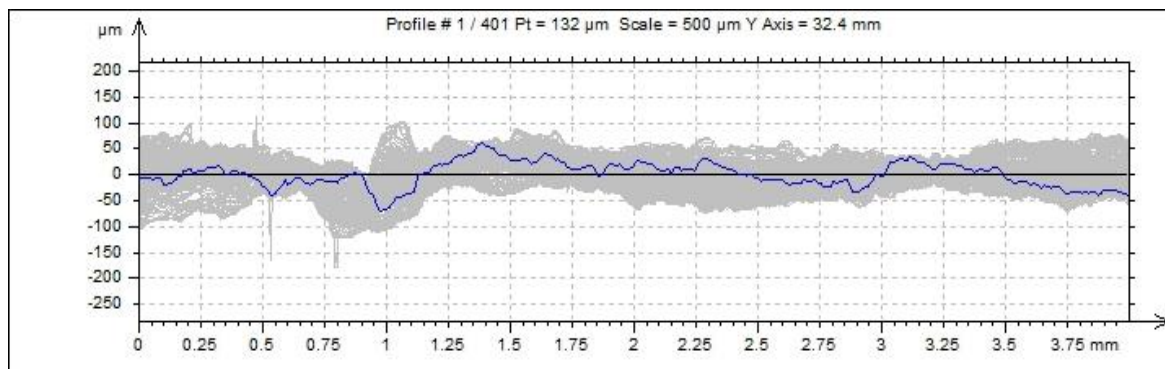


Obr. 24. Stav kůže před zákrokem

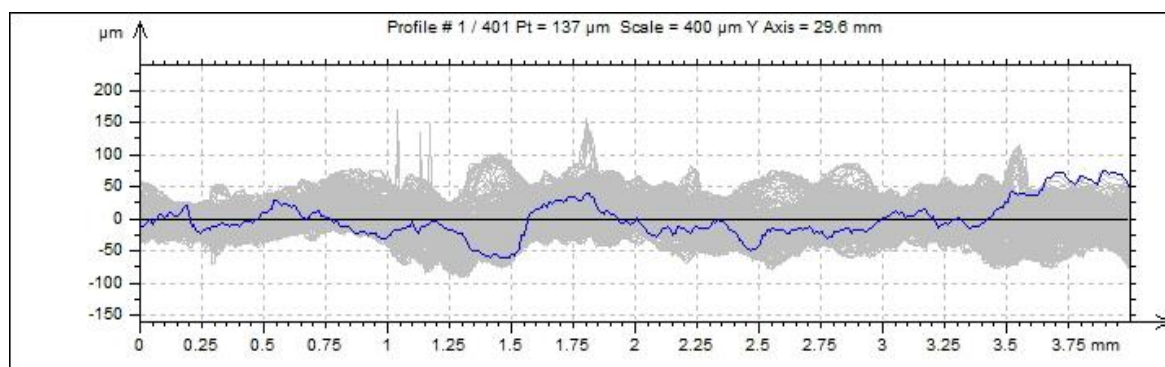
Obr. 25. Stav kůže po zákroku



Obr. 26. Srovnání pravých stran pokožky probandky B před a po zákroku



Obr. 27. Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem



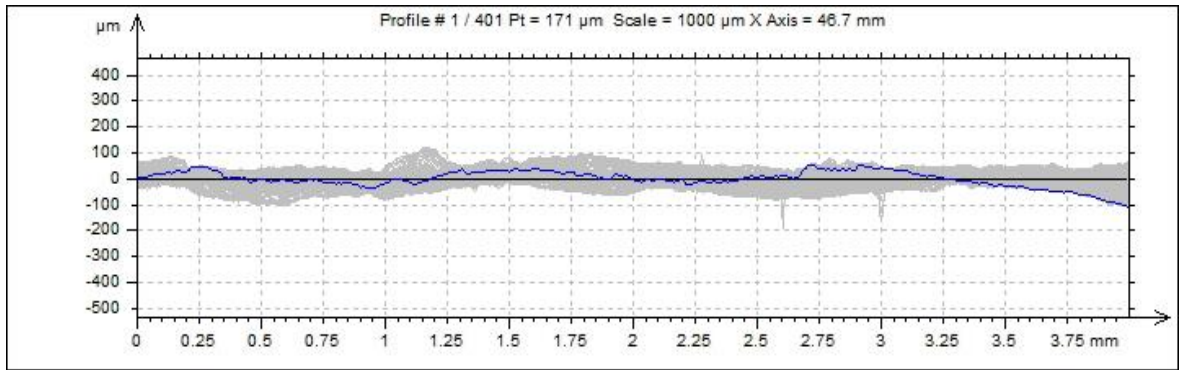
Obr. 28. Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku

Tab. 7. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem

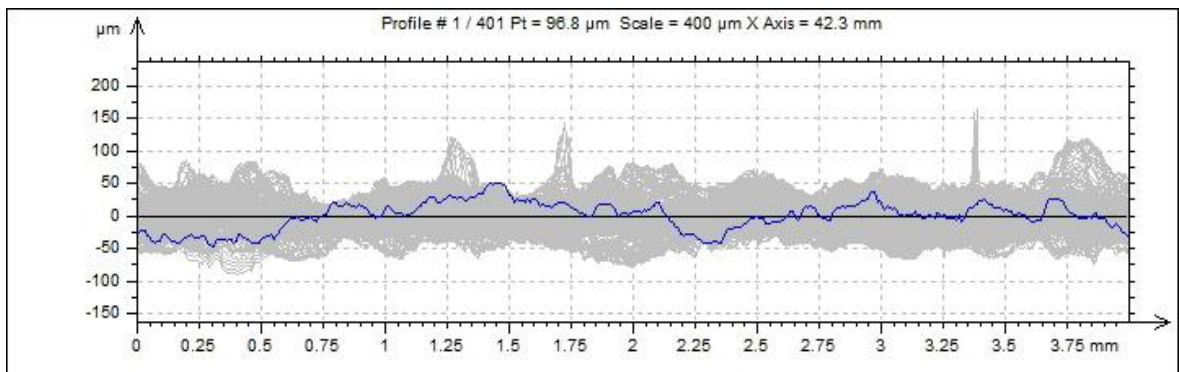
ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	23	5.32
Pt	µm	136	24.1

Tab. 8. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	19.4	3.93
Pt	µm	124	24.3



Obr. 29. Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem



Obr. 30. Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku

Tab. 9. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem

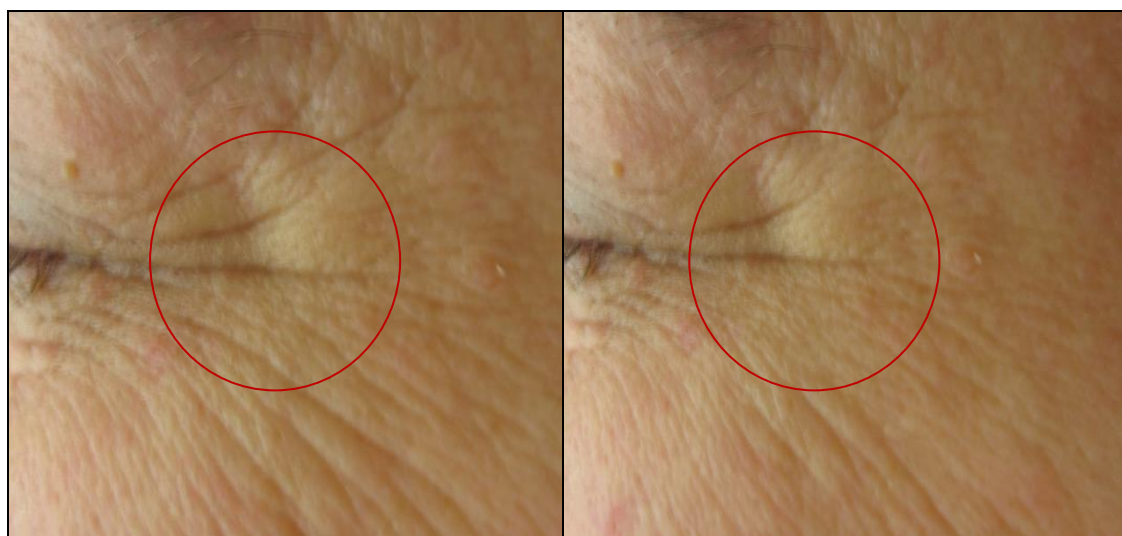
ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	21.1	4.39
Pt	µm	122	30.8

Tab. 10. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	18.5	4.32
Pt	µm	113	28.7

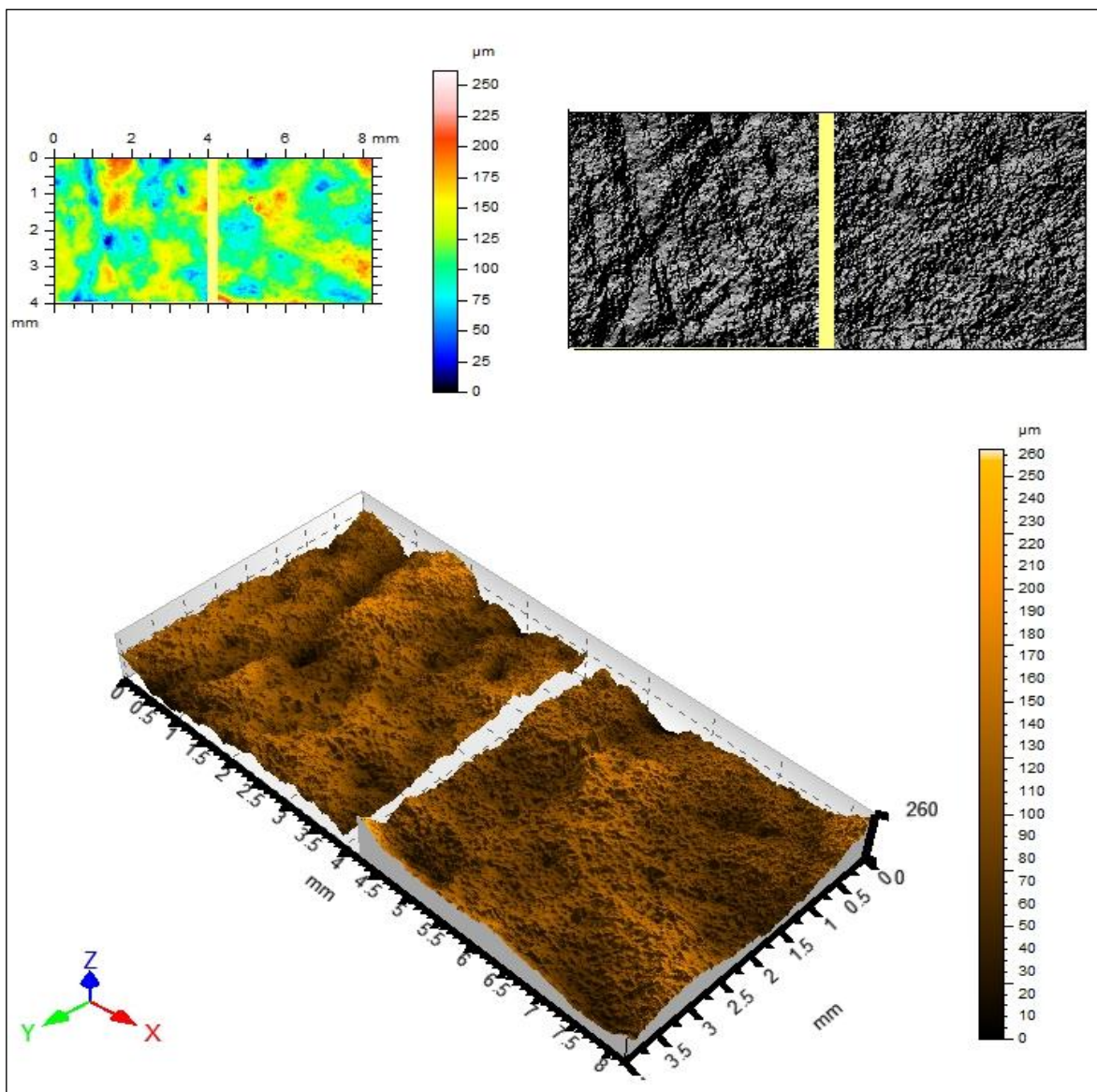
3. Probandka skupiny C

Ze skupiny C byla vybrána žena ve věku 59 let. Kůže probandky patří podle Goldberga do klasifikace typ C. Povrch kůže je jemný, vrásky kolem očí jsou dynamické i statické. Dynamické vrásky jsou dány mimikou obličeje a jsou v porovnání se statickými vráskami hlubší. S přibývajícím dochází k poklesu obnovy a obranyschopnosti kožních buněk. Pokles napětí kůže je způsoben sníženou tvorbou kolagenních vláken a změnou jejich uspořádání. Kůže ztrácí elasticitu zkrácením elastinových vláken a dochází k atrofii vaziva tukové podkožní tkáně. Na obrázcích č. 31, 32 před a po zákroku laserem jsou viditelné změny. Efekt působení laseru se projevil pouze u vrásek senilních. Kvalitativně lze tvrdit, že četnost vrásek a jejich hloubka je po ošetření laserem v kombinaci s rejuvenačním gelem výrazně nižší. Pokud porovnáme zobrazení na obrázku č. 33, můžeme vyslovit závěr, že po ošetření dochází ke změně profilu povrchu, i když dle obrázků č. 34, 35 zejména tabulek č. 11, 12 průměrné parametry Pa a Pt nevykazují signifikantní rozdíl a jsou na hranici experimentální chyby. Toto zjištění podporuje názor, že v daném případě by byla potřeba větší četnosti a intenzity ošetření probandky v důsledku kvality její pokožky. Stejný závěr lze vyslovit i o hodnotách na obr. č. 36, 37 a tabulkách č. 13 a 14. Změna parametru Pa není významná. U parametru Pt došlo dokonce k nárůstu 8 μm . Přesně to dokumentují řezy horizontální a vertikální tedy ve směru V – Z a S – J, které dokumentují změnu rozměrů vrásek v mikrometrech. Tyto změny jsou nejlépe vidět na počítačově vygenerovaném reliéfu kůže v 3D. Snížení parametrů Pa a Pt je méně výrazné než u mladší probandky označené písmenem B.

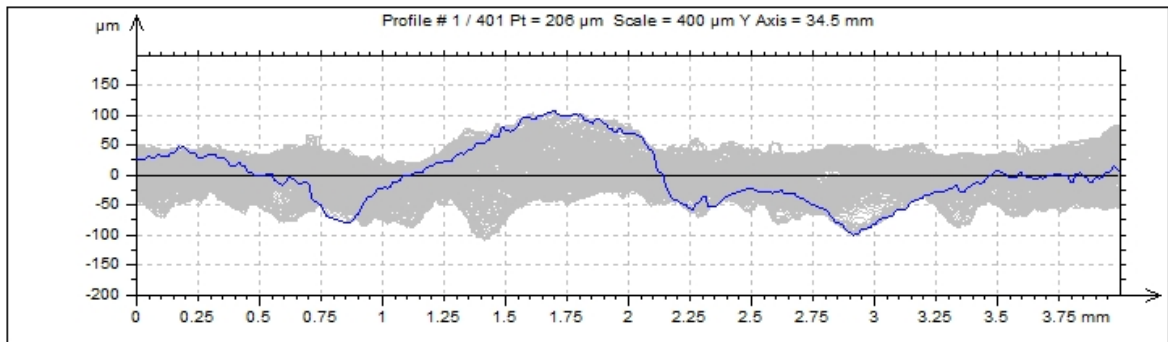


Obr. 31. Stav kůže před zákrokem

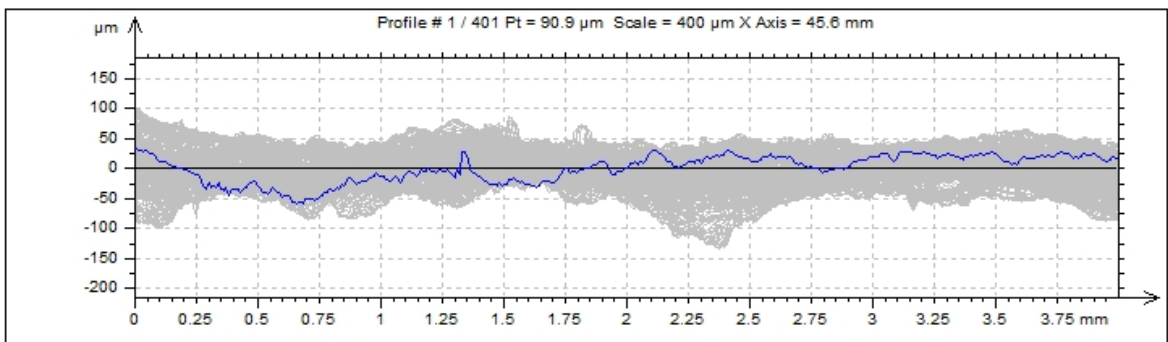
Obr. 32. Stav kůže po zákroku



Obr. 33. Srovnání pravých stran pokožky probandky C před a po zákroku



Obr. 34. Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem



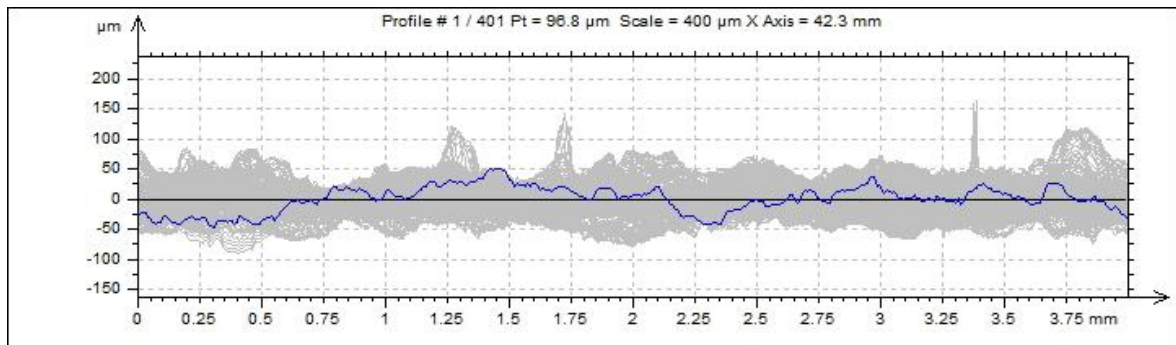
Obr. 35. Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku

Tab. 11. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem

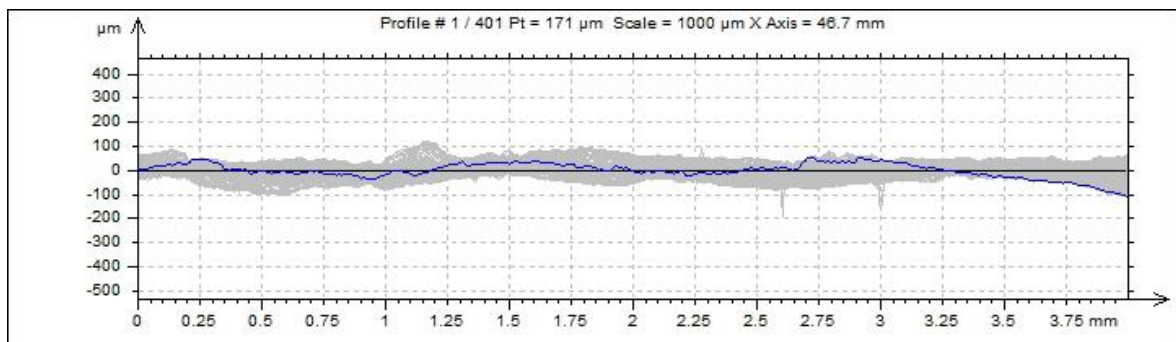
ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	23.3	5.76
Pt	µm	122	27

Tab. 12. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	21.6	4.06
Pt	µm	116	30.1



Obr. 36. Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem



Obr. 37. Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku

Tab. 13. Hodnoty Pa a Pt získané řezu V – Z před zákrokem

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	22.3	6.31
Pt	µm	119	25.3

Tab. 14. Hodnoty Pa a Pt získané řezu V – Z po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	20.8	6
Pt	µm	127	31.1

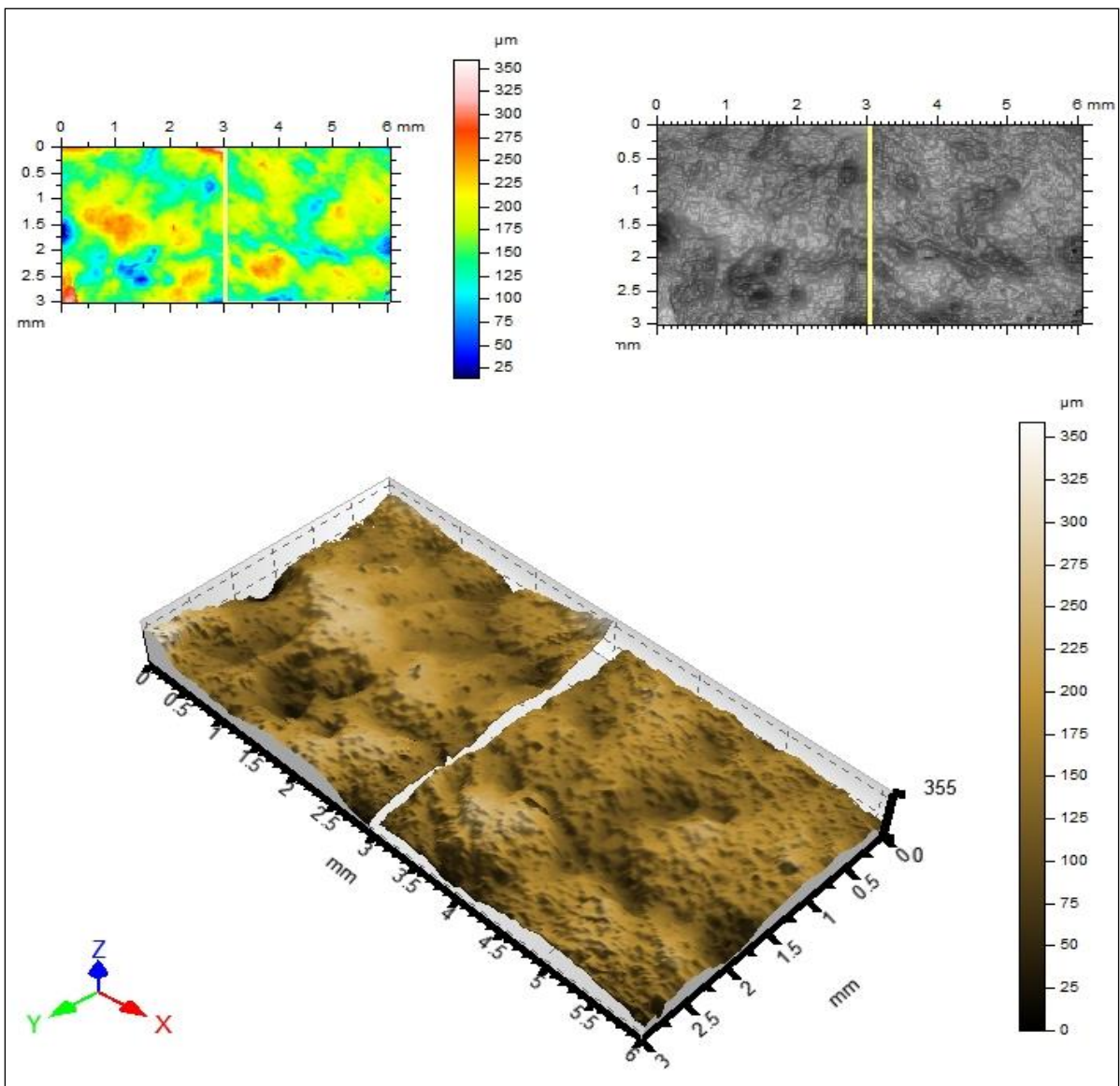
4. Proband skupiny C

Posledním vybraným probandem je muž pracující v zakouřeném prostředí ve věku 52 let, patřící do skupiny typu C. Diagnostikou kůže bylo zjištěno, že má proband smíšený typ pleti. Povrch kůže je zhrubělý, vrásky kolem očí jsou dynamické i statické. Z odchylek od normy se na kůži vyskytují pigmentové névy. Působením UV záření a kouřením je podpořeno předčasné stárnutí pokožky. Kůže ztrácí elasticitu a stává se hrubší. Tabákový kouř obsahuje velké množství látek, které podporují vznik nádorového onemocnění. Kůže v obličeji je výrazně vystavována kouři, její obranyschopnost je snížena a stává se citlivější. Je náchylnější ke vzniku kožních onemocnění. Na obrázcích č. 38, 39 lze posoudit efekt působení, který se subjektivně projevil snížením hloubky dynamických vrásek, z důsledku čehož došlo i k vyrovnání kožního profilu. Tyto změny jsou nejlépe vidět na počítačovém reliéfu kůže v 3D, jež zobrazuje znázornění na obr. č. 40. Opět lze vyslovit názor, že subjektivní posouzení nemusí být směrodatné. Jiná je situace, pokud posuzujeme výsledky zobrazené na obr. č. 41, 42 a tabulkách č. 15 a 16, které opět ukazují pokles hodnot Pa a Pt, které je signifikantní. Stejně tak lze interpretovat dle obrázku č. 43, 44 a tabulek č. 17 a 18, kdy průměrná hodnota Pa se zmenšila z 33 μm na 29,1 μm a hodnota Pt ze 192 μm na 163 μm ve směru V – Z. Celkové shrnutí výsledků je prezentováno v tabulce č. 20 a 21, kde jsou uvedeny hodnoty Pa a Pt před po laserovém ošetření u všech probandů. Z tabulky č. 19 je zřejmé, že nejlepšího zlepšení došlo u ženy skupiny A, kdy rozdíl ve směru V – Z a S – J je 7,2 μm resp. 7,8 μm . Se stoupajícím věkem zlepšení jednotlivých parametrů klesá, čímž lze doporučit se zvyšujícím se věkem a snižující se kvalitou pleti zvýšení frekvence ošetření. Z daného schématu se vymyká kůže probanda C, který představoval nejproblematictějšího klienta jak z hlediska věku, tak i prostředí. Pozitivní zlepšení ve směru V – Z a S – J je srovnatelné s nejmladší ženou a činí 7,2 – 7,8 μm .

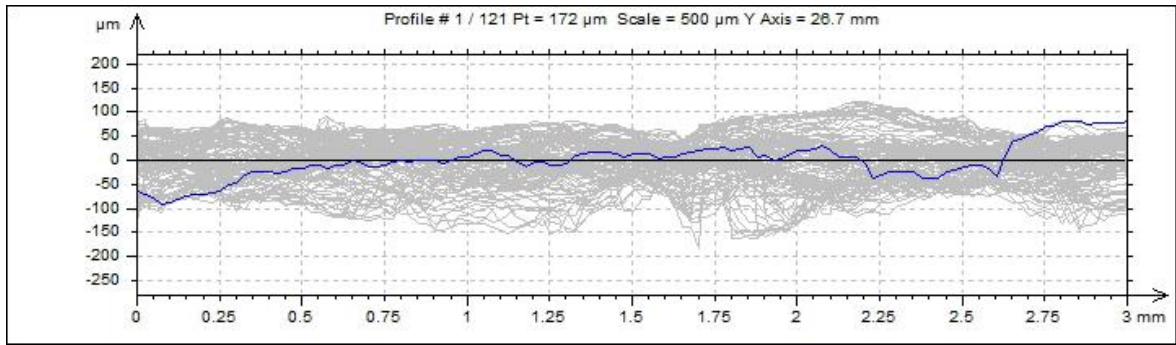


Obr. 38. Stav kůže před zákrokem

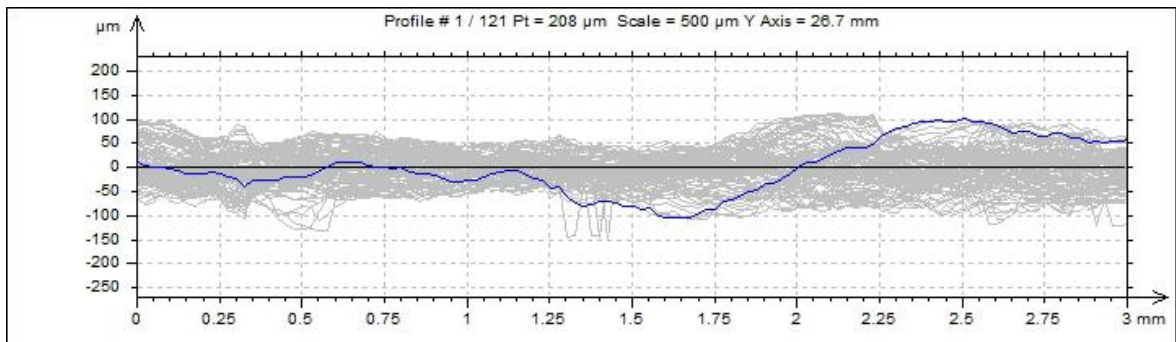
Obr. 39. Stav kůže po zákroku



Obr. 40. Srovnání pravých stran pokožky probanda C před a po zákroku



Obr. 41. Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem



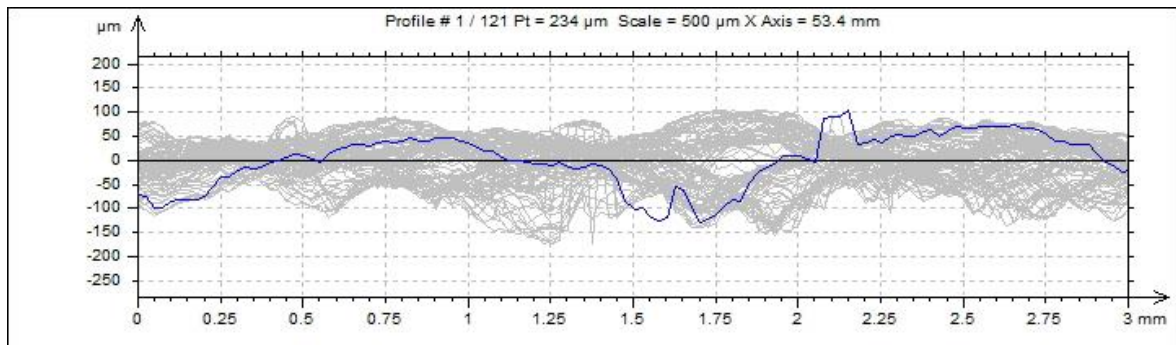
Obr. 42. Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku

Tab. 15. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem

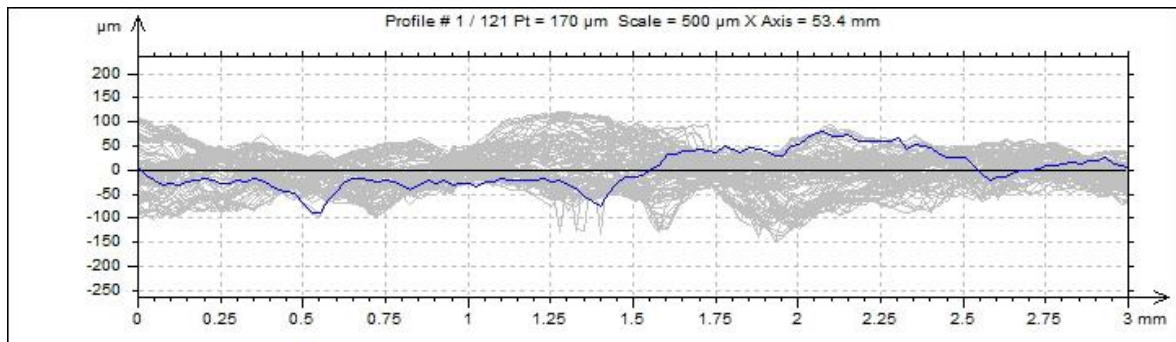
ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	35.8	11.4
Pt	µm	177	38.3

Tab. 16. Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	28.5	9.02
Pt	µm	145	41.1



Obr. 43. Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem



Obr. 44. Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku

Tab. 17. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	36.3	5.41
Pt	µm	192	31.4

Tab. 18. Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku

ISO 4287			
		Mean	Std dev
Amplitude parameters - Primary profile			
Pa	µm	29.1	9.16
Pt	µm	163	44

Tab. 19. Hodnoty Pa před a po zákroku

Proband	Pa před zákrokem V-Z [μm]	Pa po zákroku V-Z [μm]	Pa před zákrokem S-J [μm]	Pa po zákroku S-J [μm]	Zlepšení V-Z [μm]	Zlepšení S-J [μm]
A žena 37 let	30,9	23,7	32,3	24,5	7,2	7,8
B žena 50 let	21,1	18,5	23,0	19,4	2,6	3,6
C žena 59 let	22,3	20,8	23,3	21,6	1,5	1,7
C muž 52 let	36,3	29,1	35,8	28,5	7,2	7,3

Tab. 20. Hodnoty Pt před a po zákroku

Proband	Pt před zákrokem V-Z [μm]	Pt po zákroku V-Z [μm]	Pt před zákrokem S-J [μm]	Pt po zákroku S-J [μm]	Zlepšení V-Z [μm]	Zlepšení S-J [μm]
A žena 37 let	166,0	133,0	175,0	146,0	33,0	29,0
B žena 50 let	122,0	113,0	136,0	124,0	9,0	12,0
C žena 59 let	119,0	127,0	122,0	116,0	-8,0	6,0
C muž 52 let	192,0	163,0	177,0	145,0	29,0	32,0

c) Opakovatelnost snímání

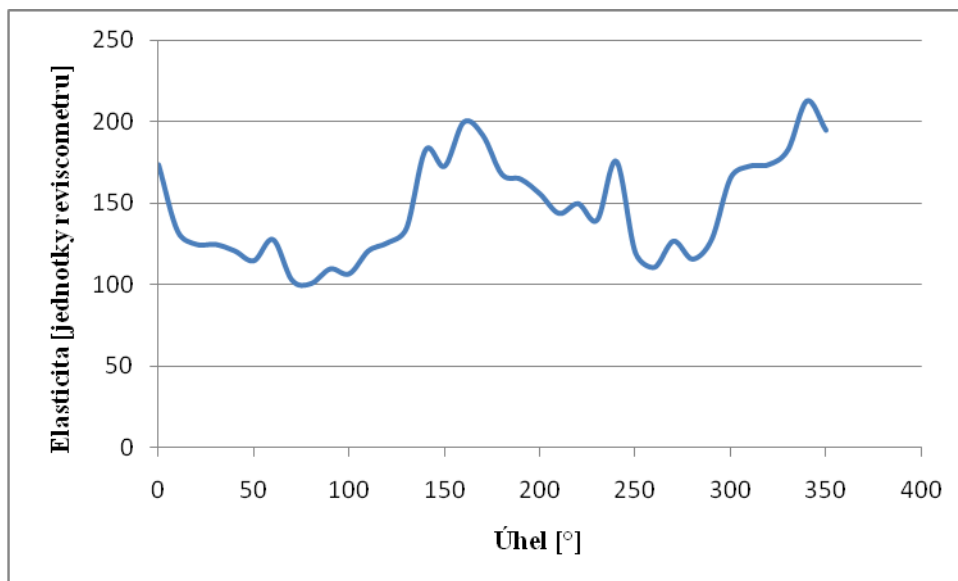
Pro určení opakovatelnosti navrhované metodiky byla u probanda skupiny C provedena opakovaná snímání otisků vzorků vrásek v čase 0 (tj. okamžitě po zákroku), dále po 60 a 120 minutách od zákroku v časovém rozpětí + -30 s. Výsledné hodnoty Pa a Pt včetně hodnot v časových intervalech jsou uvedeny v tabulce č. 21. Z tabulky jednoznačně plyne, že časový interval má jistý vliv na hodnoty parametru Pa, Pt, což by si zasloužilo podrobnější výzkum. Může se jednat o doznívání procesu změn v kůži v důsledku ozáření laserem. Výsledky lze brát jako vstupní hodnoty pro další výzkum.

Tab. 21. Hodnoty Pa, Pt před a po zákroku

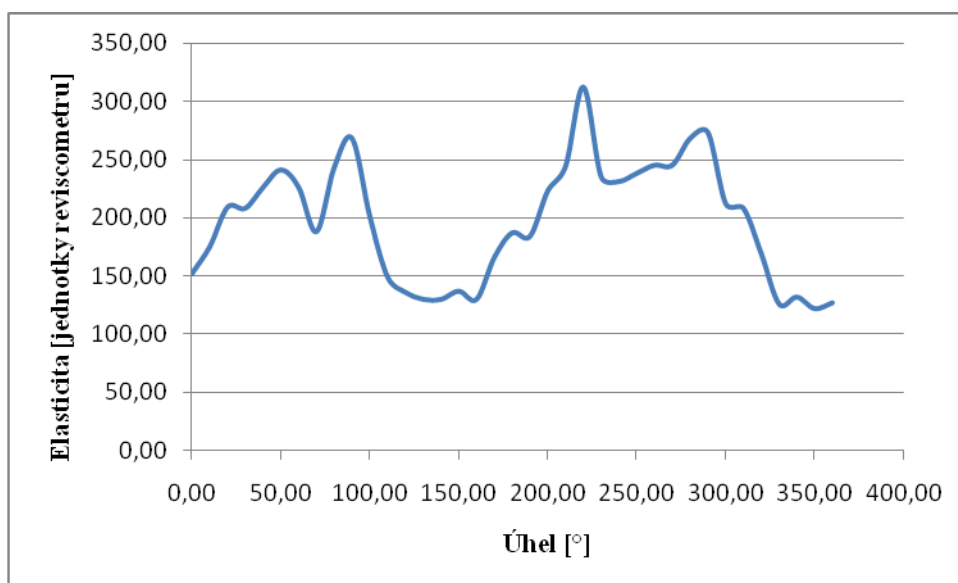
Hodnoty	Pa, Pt před zákrokem [μm]	Pa, Pt [μm] po zákroku v čas. intervalech		
		0 [min]	60 [min]	120 [min]
Pa V-Z	36,3	29,1	26,5	23,9
Pa S-J	35,8	28,5	25,4	22,4
Pt V-Z	177,0	163,0	146,0	131,0
Pt S-J	163,0	145,0	126,0	120,0

d) Reviskometrické měření probanda C

Na obrázku č. 45, 46 je znázorněn průběh reviskometrické křivky na stupni pootočení měřící sondy. Je zřejmé, že průběh je značně nelineární s ohledem na různé směry měření, což svědčí o značné anizotropii kůže probanda. Hodnoty elasticity oscilují v rozmezí 100 - 200 jednotek. Jedná se o očekávané zjištění, jelikož s přibývajícím věkem klesá uspořádanost propletení kolagenních vláken v *dermis*. Na obrázku č. 45 je průběh změn elasticity podle úhlu natočení měřící sondy. Značné rozdíly v jednotkách při různých úhlech svědčí opět o anizotropii kůže. Pokud porovnáme velikost elasticity s obrázkem č. 46, můžeme konstatovat, že celkově došlo ke zvýšení reviskometrických hodnot, tzn., že se hustota propletení kolagenních vláken měřené kůže zvýšila. Hodnoty se pohybují v rozmezí cca 150 – 300 reviskometrických jednotek. To patrně svědčí o zvýšení hustoty kolagenních vláken, což má pozitivní efekt na omlazení jejího povrchu a koresponduje to s měřením 3D reliéfu, jak bylo popsáno výše.



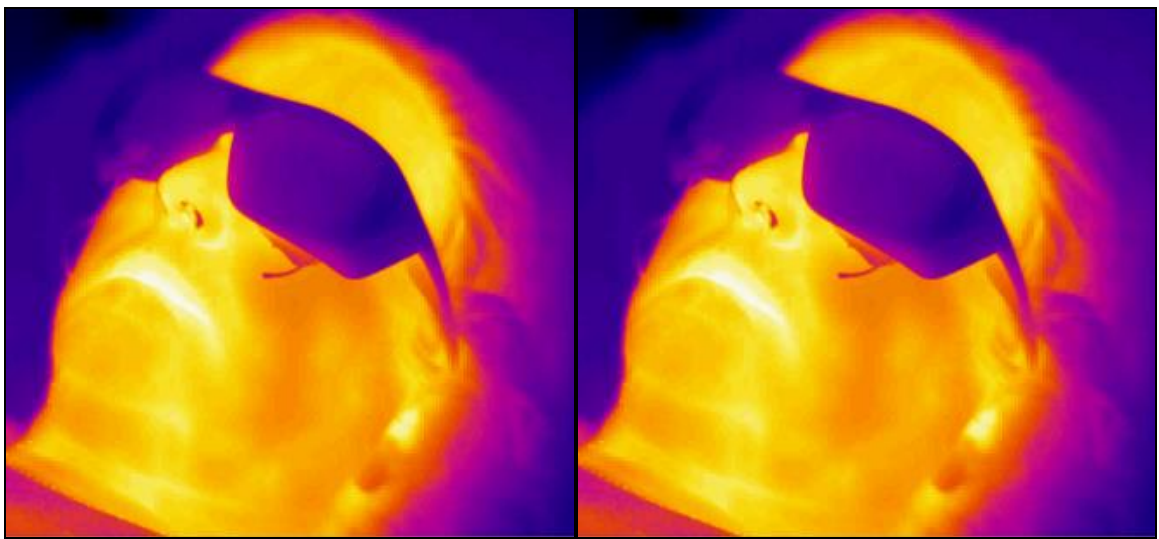
Obr. č. 45. Závislost elasticity na úhlu pootočení před zákrokem



Obr. č. 46. Závislost elasticity na úhlu pootočení po zákroku

e) Měření teploty povrchu kůže pomocí termovize

Měření teploty povrchu kůže pomocí termovize bylo prováděno za účelem zjištění, zda při ozařování laserem o výkonu 5 mW dochází ke změnám teplot povrchu kůže, a tím i k případnému zvýšení prokrvování, v důsledku čehož by docházelo ke zvyšování intenzity metabolismu. Experiment prokázal, že v průběhu 10 minutového ozařování použitým zařízením nedochází k signifikantním změnám v teplotě povrchu kůže. Barvy termogramu odpovídající různým teplotám zůstaly nezměněny. Viz obrázky č. 47 a 48.



Obr. č. 47. Ozařování v čase 5 min.

Obr. č. 48 Ozařován v čase 10 min.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce byl vývoj a ověření objektivní metodiky měření vrásek. Jako instrumentální metoda byl zvolen neinvazivní biostimulační laser. Literární rešerše byla provedena v oblasti teorie stárnutí a použití metod měření kožního reliéfu. Na základě této rešerše bylo zjištěno, že existuje několik teorií stárnutí, které se obecně dělí na stochastické a nestochastické. Další teorie si všímají příčiny různých faktorů na stárnutí kůže, které je definováno jako vývojový děj, jehož výsledkem jsou změny tvaru a funkcí probíhající souběžně v *epidermis*, *dermis* a *subcutis*. Stárnutí je charakterizováno zpomalením procesu regenerace buněk a jejich sníženou obranyschopností. Mezi nejvýznamnější vnitřní faktory ovlivňující stárnutí se řadí genetické predispozice. Mezi exogenní faktory patří negativní vliv UV záření, kouření, stres a životospráva. Pro experimentální část bylo vybráno 20 probandek, které pokrývaly 4 věkové skupiny a proband mužského pohlaví, který se pohyboval v zakouřeném prostředí. Časové omezení práce však umožnilo vyhodnotit jen 4 zástupce, vždy po jednom z každé věkové skupiny. Kategorie A: 31 – 40 let, B: 41 – 50 let a C: 51 – 60 let. V rámci metodiky byl vyvinut způsob zaměření a odlévání sádrového odlitku, který byl dále měřen na 3D skeneru. Bylo prokázáno, že kvalita kůže se zlepšila u všech věkových skupin. U vybrané probandky skupiny A bylo dosaženo nejvyšší účinnosti, snížení hloubky vrásek činilo 25 %, u probandky skupiny B 16 % a u probandky skupiny C klesla hloubka vrásek o 14 %. U probanda skupiny C pracujícího v zakouřeném prostředí klesla hloubka vrásek o 20 % a došlo k vyrovnání kožního povrchu. Toto považujeme za překvapivé zjištění, které svědčí o rozdílnosti kůže mezi ženským a mužským pohlavím. Z vyhodnocených údajů vyplývá, že u experimentální i kontrolní skupiny došlo ke zlepšení stavu kůže. Předpokladem studie bylo, že výsledky daných kategorií budou mít sestupnou tendenci, která je dána věkem a stavem pokožky. Tento předpoklad byl výzkumem potvrzen. Čím je kůže starší, tím klade vyšší nároky na ošetřování, z tohoto důvodu je prevence nejdůležitějším faktorem k ovlivnění vzhledu kůže v pozdějším věku. Pomocí termovize bylo prokázáno, že daným zařízením nedochází ke změnám teploty povrchu ošetřované kůže. Měřením elasticity kůže u probanda C byl prokázán pozitivní vliv ošetření na hustotu propletení kolagenních vláken. Použitá metodika prokázala, že je pro měření v dané oblasti perspektivní. Podle nejnovějších informací nebudou povoleny metody fotografických snímků pro reklamní účely. Výrobci kosmetických prostředků určených pro rejuvenaci kůže jakož i výrobci instrumentálních rejuvenačních zařízení budou muset při propagaci svých výrobků spoléhat na výsledky vědecky podložených objektivních metod.

Vyvinutá metodika má tedy budoucnost a bude po dopracování předmětem patentového řízení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LÜLLMANN-RAUCH, Renate. *Histologie*. 1. české vydání. Praha: Grada, 2012, 556 s. ISBN 978-80-247-3729-4.
- [2] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. 2.*, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-X3.
- [3] KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011, 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [4] NAŇKA, Ondřej, Miloslava ELIŠKOVÁ a Oldřich ELIŠKA. *Přehled anatomie*. 2., doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2009, 416 s. ISBN 978-80-7262-612-0.
- [5] HORKÝ, Drahomír a Svatopluk ČECH. *Mikroskopická anatomie*. 3. přepracované vydání. Brno: Masarykova univerzita, 2011, 203 s. ISBN 978-80-210-5550-6.
- [6] POKORNÁ, Andrea a Romana MRÁZOVÁ. *Kompendium hojení ran pro sestry*. Praha: Grada, 2012, 191 s. ISBN 978-80-247-3371-5.
- [7] FLEISCHMAJER, Raul, Douglas MACDONALD, Jerome PERLISH, Robert BURGESSON a Larry FISHER. Dermal collagen fibrils are hybrids of type I and type III collagen molecules. *ScienceDirect* [online]. 1990, vol. 105, no. 1-3, s. 162-169 [cit. 2013-04-24]. DOI: 10.1016/1047-8477(90)90110-X.
- [8] GAWKRODGER, D. *Dermatology: an illustrated colour text*. 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier, 2008, vii, 135 s. ISBN 978-0-443-10421-3.
- [9] LEDVINA, Miroslav, Alena STOKLASOVÁ a Jaroslav CERMAN. *Biochemie pro studující medicíny*. 2. vydání. Praha: Karolinum, 2009, 2 sv. ISBN 978-80-246-1414-4.
- [10] MERKUNOVÁ, Alena a Miroslav OREL. *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Praha: Grada, 2008, 302 s. ISBN 978-80-247-1521-6.
- [11] KLAUZOVÁ, Kateřina. Stárnutí kůže, rejuvenace. *Referátový výběr z dermatovenerologie*. 2011, speciál II, roč. 53, s. 20-23. ISSN: 1213-9106.
- [12] ŠTORK, Jiří. *Dermatovenerologie*. Praha: Galén, 2008, 502 s. ISBN 978-80-7262-371.
- [13] SVOJTKA, VAŠUT. *Atlas anatomie*. Praha, 1996. ISBN 80-7180-092-9.
- [14] TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. 4. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2003, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.
- [15] MALINA, Lubor. *Fotodermatózy*. Praha: Maxdorf, 1999, 205 s. ISBN 80-85912-21-X.

- [16] ŠMÍDKOVÁ, Lucie. *Modul A: teoretické základy medicíny II: anatomie, histologie a embryologie, fyziologie, biochemie*. Praha: Triton, 2003. 413 s. ISBN 80-7254-363-6.
- [17] ZÁHEJSKÝ, Jiří. Bariérová funkce kůže z pohledu klinické praxe. *Dermatologie pro praxi*. 2007, roč. 1, č. 1, s. 124-127. ISSN 1802-2960.
- [18] ROKYTA, R. *Fyziologie: pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. 2. přepracované vydání. Praha: ISV nakladatelství, 2008, 426 s. ISBN 80-85866-45-5.
- [19] WEISMANN, August. *The Germ-Plasm: A Theory of Heredity*. Charles Scribners sons in New York, 1989, 477 s. ISBN S00142329. Dostupné také z DOI: 10.5962/bhl.title.29345.
- [20] LITVIK, Radek. Hormonální stárnutí kůže. *Dermatologie pro praxi*. 2008, roč. 2, č. 5, s. 14-17. ISSN 1803-5337.
- [21] JENKINS, Gail. Molecular mechanism of skin ageing: Mechanisms of ageing and development. *ScienceDirect* [online]. 2002, vol. 123, no. 7, s. 801-810 [cit. 2013-04-16]. DOI: 10.1016/S0047-6374(01)00425-0.
- [22] PUIZINA-IVIC, N. *Skin aging. Acta Dermatovenerol Alp Panonica Adriat.* [online]., 2008, vol. 17, no. 2, s. 47-54 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: http://www.zsd.si/ACTA/PUBLIC_HTML/acta-apa-08-2/1.pdf
- [23] EPSTEIN, John H. et al. Effects Of Ultraviolet Radiation On The Mitotic Cycle And DNA, RNA And Protein Synthesis In Mammalian Epidermis In Vivo. *Photochemistry and Photobiology* [online]. 1970, vol. 12, no. 1, s. 57-65 [cit. 2013-04-24]. DOI: 10.1111/j.1751-1097.1970.tb06038.x.
- [24] WULF, Hans Christian a Jane SANDBY-MOLLER et al. Skin aging and natural photoprotection [online]. *ScienceDirect* [online]. 2004, vol. 35, no. 3, s. 185-191 [cit. 2013-04-24]. DOI: 10.1016/j.micron.2003.11.005.
- [25] HAYFLICK, Leonard. *Jak a proč stárneme*. Přeložil Jiří BUMBÁLEK. Praha: Knižní klub, 1997, 432 s. ISBN 80-7176-436-8.
- [26] PERRICONE, N. *Vrások, jak se jich zbavit.: odhalte sílu přírodních prostředků pro zachování pružné pleti a mladistvého vzhledu*. Přeložil Pavel Kaas. Praha: Pragma, 2001, 204 s. ISBN 80-7105-823-1.
- [27] ĎOUBAL, Stanislav. Současné teorie stárnutí. *Gerontologie* [online]. Univerzita Karlova v Praze, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, 2000 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: http://apps.faf.cuni.cz/Gerontology/mechanisms/theory/theory_contemporary.asp

- [28] ĎOUBAL, Stanislav a Petr KLEMERA. Influence of aging rate chase on mortality curves. *ScienceDirect* [online]. 1990, vol. 54, no. 1, s. 75-85 [cit. 2013-04-21]. DOI: 10.1016/0047-6374(90)90017-A.
- [29] KOHEN, R. Skin antioxidants: Their role in aging and in oxidative stress - New approaches for their evaluation. *ScienceDirect* [online]. 1999, vol. 53, no. 4, s. 181-192 [cit. 2013-04-24]. DOI: 10.1016/S0753-3322(99)80087-0.
- [30] ILLNEROVÁ, Helena. Melatonin, jeho tvorba a působení. *Chemické listy* [online]. [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/bulletin273/melatoni.html>
- [31] ČEVELA, Rostislav, Zdeněk KALVACH a Libuše ČELEDOVÁ. *Sociální gerontologie: úvod do problematiky*. Praha: Grada, 2012, 263 s. ISBN 978-80-247-3901-4.
- [32] MALÍKOVÁ, Eva. *Péče o seniory v pobytových a sociálních zařízeních*. Grada: Praha, 2011, 328 s. ISBN:978-80-247-3148-3.
- [33] HARMAN, Denham. Free radiál theory of aging. *Mutation Research/DNAging*. 1992, vol. 275, no. 3-6, s. 257-266. DOI: 10.1016/0921-8734(92)90030-S.
- [34] GOLKOVÁ, Monika. *Anti-aging: Jak si zachovat mládí a krásu*. Praha: Grada, 2010. 136 s. ISBN 978-80-247-2106-4.
- [35] RACEK, Jaroslav s Václav HOLEČEK. Enzymy a volné radikály. *Chemické listy*, 1999, č. 93, s. 774-780. ISSN 0009-2770.
- [36] MASAKI, Hitoshi. Role of antioxidants in the skin: Anti-aging effects. *ScienceDirect* [online]. 2010, vol. 58, no. 2, s. 85-90 [cit. 2013-04-24]. DOI: 10.1016/j.jdermsci.2010.03.003
- [37] SIES, Helmut. What is Oxidative Stress? *Developments in Cardiovascular Medicine* [online]. 2000, vol. 224, s. 1-8 [cit. 2013-04-24]. ISSN 0166-9842. DOI: 10.1007/978-1-4615-4649-8_1.
- [38] SILBERNAGL, Stefan a Florisn LANG. *Atlas patofyziologie*. 2. vydání, Praha: Grada, 2012, 416 s. ISBN 978-80-247-3555-9.
- [39] HOLEČEK, Václav a Richard ROKYTA. *Volně radikálová teorie stárnutí*. Česká geriatriská revue [online]. 2005, roč. 3, č. 1, s. 27-33 [cit. 2013-04-18]. ISSN 1214-0732. Dostupné z: http://www.prolekare.cz/pdf?ida=gr_05_01_05.pdf
- [40] MAČÁK, Jirka, Jana MAČÁKOVÁ a Jana Dvořáčková. *Patologie*. 2. doplněné vydání, Praha: Grada, 2012, 376 s. ISBN: 978-80-247-3530-6.
- [41] PACOVSKÝ, Vladimír a Hana HEŘMÁNKOVÁ. *Gerontologie*. Praha: Avicentrum, zdravotnické nakladatelství, 1981, 304 s. ISBN 08-044-81.

- [42] RESL, V. – HOLEČEK, V. – RACEK, J. Význam volných kyslíkových radikálů v dermatovenerologii. *Československá dermatologie*. 1995, roč. 70, č. 3, s. 157-159.
- [43] PLÁTENÍK, Jan. Volné radikály, antioxidanty a stárnutí. *Interní medicína pro praxi* [online]. 2009, roč. 11, č. 1, s. 30-33 [cit. 2012-11-19]. ISSN: 1803-5256. Dostupné také z: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2009/01/06.pdf>
- [44] KUCHIDE, M., et al. Cancer chemopreventive effects of oral feeding α -tocopherol on ultraviolet light B induced photocarcinogenesis of hairless mouse. *Cancer Letters*. 2003, vol. 196, no. 2, s. 169-177. DOI: 10.1016/S0304-3835(03)00278-7.
- [45] TROEN R. Bruce. The Biology of Aging. *The Mount Sinai Journal of Medicine* [online]. 2003, vol. 70, no. 1, s. 3-22 [cit. 2013-04-24]. Dostupné z: <http://troenlab.nip.org/reprints/Troen-aging.pdf>
- [46] OIKARINEN, A.: The aging of skin: chronoaging versus photoaging. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* [online]. 1990, vol. 7, no. 1, s. 3-4 [cit. 2013-04-20]. PMID: 2371168
- [47] HON, Zdeněk a Leoš NAVRÁTIL. Biologický účinek ultrafialového záření. *Polarizace vědy*. 2010, č. 12, s. 480-486. ISSN: 1212-4117.
- [48] MARTÍNEZ-CAYUELA, M. Oxygen free radicals and human disease. *ScienceDirect* [online]. 1995, vol. 77, no. 3, s. 147-161 [cit. 2013-04-20]. DOI: 10.1016/0300-9084(96)88119-3.
- [49] MATSUMURA, Y. a H. N. ANANTHASWAMY. Toxic effects of ultraviolet radiation on the skin. *Toxicology and applied pharmacology* [online]. 2004, no. 195, s. 298-308 [cit. 2013-04-20]. ISSN 0041-008x.
- [50] SAMS, M. a A. MORAGAS. Mathematical morphologic analysis of the aortic medial structure. Biological implications. *Analytical and quantitative cytology and histology / the International Academy of Cytology [and] American Society of Cytology*. 1993, č. 15, s. 93-100. ISSN 0884-6812.
- [51] SCHARFFETTER-KOCHANÉK, K., P. BRENNEISEN a WENK, J. Photoaging of the skin from phenotype to mechanisms. *ScienceDirect* [online]. 2000, vol 34, no. 3, s. 307-316 [cit. 2013-04-20]. DOI:10.1016/S0531-5565(00)00098-X.
- [52] SACHDEVA, Silonie. Fitzpatrick skin typing: Applications in dermatology. *Indian Journal of Dermatology, Venerology and Leprology* [online]. 2009, vol. 75, no.1, s. 93-96. [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.bioline.org.br/pdf?dv09029>

- [53] FITZPATRICK, R.E., M.P. GOLDMAN, M.P., SATUR a W.D. TOPE. Pulsed carbon dioxide laser resurfacing of photoaged skin. *Arch.Dermatol.* [online]. 1996, vol. 132, no. 4, s. 395-402 [cit. 2013-04-20]. PMID: 8629842
- [54] NESTOR, S. Mark a David J. GOLDBERG et al. New Perspectives on Photorejuvenation. *Skin Aging* [online]. May 2003, s. 68-74 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: http://www.lumenis.com/pdf/PBP000328_%20New%20Perspectives%20in%20Photorejuvenation.pdf
- [55] KYKALOVÁ, Karolína. Vrásky – klasifikace a kombinované metody řešení. *Referátový výběr z dermatovenerologie*. 2009, ročník 51, speciál III, s. 50-56. ISSN: 1803-778X.
- [56] ROBERT, L. aj. LABAT-ROBERT. Physiology of skin aging. *ScienceDirect* [online]. 2008, vol. 57, no. 4, s. 336-341 [cit. 2013-04-20]. DOI:10.1016/j.patbio.2008.09.007.
- [57] PROKOPOVÁ MOSKALYKOVÁ, Miroslava. Skin Aging. *Referátový výběr z dermatovenerologie*. 2009, speciál III., ročník 51, s. 9-14. ISSN: 1213-9106.
- [58] FAHOUN, Karel a Soňa ŠTROBLOVÁ. *Tvář, nejen o estetické chirurgii*. Praha: Somix, 1998, 125 s. ISBN 80-902561-0-4.
- [59] RŮŽIČKOVÁ-JAREŠOVÁ, Lucie. Stárnutí kůže a péče o ni. *Medicína pro praxi*. 2012, roč. 9, č. 6-7, s. 293-296. ISSN: 1214-8687.
- [60] KLAUZOVÁ, K. Současné možnosti rejuvenace. *Lékařské listy praxi* [online]. 2010, roč. 59, č. 19, s. 21-25 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/soucasne-moznosti-rejuvenace-455350>
- [61] BENÁKOVÁ, Nina. *Dermatovenerologie, dětská dermatologie a korektivní dermatologie*. Praha: Triton, 2006, 294 s. Trendy v medicíně. ISBN 80-7254-855-7.
- [62] KULÍKOVÁ, Zuzana. Nové možnosti rejuvenace v korektivní dermatologii. *Dermatologie pro praxi*. 2012, roč. 6 č. 1, s. 30-32. ISSN: 1802-2960.
- [63] RŮŽIČKOVÁ-JAREŠOVÁ, Lucie. Péče o kůži po korektivně dermatologických zákrocích. *Dermatologie pro praxi*. 2007, roč. 4, č. 10, s. 427-428. ISSN 1214-8687.
- [64] MOSKALYOVÁ-PROKOPOVÁ, Miloslava. Rejuvenace. *Estetika*. 2010, č. 10, s. 16-23. ISSN: 1802-0402.
- [65] BETKA, Jan. *Principy CO₂ laseru a jeho využití v chirurgii*. Praha: Avicentrum, zdravotnické nakladatelství, 1990, 95 s. ISBN 80-201-0096-2.
- [66] ARENBERGER, Petr, *Dermatologie: O čem se hovoří?* Praha: Czechopress Agency, 1997, 80 s. ISBN 80-901865-0-5.

- [67] MĚŠŤÁK, Jan, Václav BUDÍNSKÝ. *Estetická chirurgie a ostatní výkony estetické medicíny*. Praha: Lucie, 2010, 160 s. ISBN 978-80-87138-15-1.
- [68] ZÁRUBA, Dušan a Tomáš DOLEŽAL. *Chirurgie pro krásu*. Praha: Maxdorf, 1999, 180 s. Madica. ISBN 80-85800-16-0.
- [69] ČESKO. Zákon č. 106 ze dne 29. Března 2010 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením. In. *Sbírka zákonů České republiky*. 2010, částka 39, s. 1320. ISSN: 1211-1244. Dostupné také z: <http://www.mvcr.cz/soubor/sb039-10-pdf.aspx>
- [70] PINTÉR, L'udovit. *Estetická chirurgie*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2007, 458 s. ISBN 978-80-87009-23-9.
- [71] ROSE, P.T. The latest innovations in hair transplantation. *Thieme Medical Publishers* [online]. 2011, vol. 24, no. 4, s. 366-377 [cit. 2013-04-20]. DOI: 10.1055/s-0031-1283055.
- [72] SOBANKO, J.F. a T.S. ALSTER. Laser treatment for scars and wounds. *Giornale Italiano di Dermatologia e Venereologia* [online]. 2009, vol. 144, no. 5, s. 583-593 [cit. 2013-04-19]. PMID: 19834436.
- [73] WHINFIELD, A.L. a L. AITKENHEAD. The light revival: Does phototherapy promote wound healing? A review. *Foot* [online]. 2009, vol. 19, no. 2, s. 117-124 [cit. 2013-04-19]. DOI: 10.1016/j.foot.2009.01.004.
- [74] SOBANKO, J.F. a T. S. ALSTER. Efficacy of low-level laser therapy for chronic cutaneous ulceration in humans: A review and discussion. *Dermatologic Surgery* [online]. 2008, vol. 34, no. 8, s. 991-1000 [cit. 2012-20.11]. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2008.34197.x.
- [75] CHALOUPECKÁ, Jitka. Možnosti využití laserů v dermatologii. *Dermatologie pro praxi* [online]. 2008, roč. 2, č. 2, s. 96-99 [cit. 2012-20.11]. Dostupné z: <http://www.dermatologiepropraxi.cz/pdfs/der/2008/02/13.pdf>
- [76] DYLEVSKÝ, Ivan. Biologické účinky laserového záření. *Medistellar s.r.o.*, 1996, č. 4, s. 15-17.
- [77] NAVRÁTIL, L., P. KUNA. *Neinvazivní laseroterapie*. Praha: Manus, 1997. ISBN: 80-902318-1-0.
- [78] International Association for the Study of Pain IASP Working together for pain relief. IASP Taxonomy [online]. 2011. [cit.2013-22-03] Dostupné z: http://www.iasp-pain.org/AM/Template.cfm?Section=Pain_Definitions
- [79] NAVRÁTIL, L. *Moderní fototerapie a laseroterapie*. Praha: Manus, 2000, 227 s. ISBN: 80-902318-3-7.

- [80] Gel Lasocare. *Medistellar* [online]. [cit.2013-26-03] Dostupné z: <http://www.medistellar.com/gel-lasocare.html>
- [81] ADLEROVA, L., BARTOSKOVA, A., FALDYNA, M.. Lactoferrin: a review. *Veterinarni Medicina* [online]. 2008, no. 53, s. 457-468. [cit.2013-28-03] Dostupné z: <http://www.vri.cz/docs/vetmed/53-9-457.pdf>
- [82] ADAM, Vojtěch et al. Laktoferin, významný železotransportní protein. *Náš chov*. 2007, roč. 7, s. 22-23. ISSN: 0027-8068.
- [83] CHENG, J.B. et al. Factors affecting the lactoferrin concentration in bovine milk. *Journal of Dairy*. 2007, no. 91, s. 970-976. DOI: 10.3168/jds.2007-0689.
- [84] KOHLER, Heinz a Jenzer HERBERT. Interaction of lactoperoxidase with hydrogen peroxide: Formation of enzyme intermediates and generation of free radicals. *Free Radical Biology and Medicine* [online]. 1989, vol. 6, no. 3, s. 333-339 [cit.2013-22-02]. PMID: 2545551.
- [85] TENOVUO a PRUITT. *The Lactoperoxidase system: chemistry and biological significance*. New York, 1985, 271 s. ISBN 0-8247-7298-9.
- [86] HAVARD, Jensen. a Robert. E. W. HANCOCK. Antimicrobial properties of lactoferrin. *ScienceDirect* [online]. 2009, vol. 91, no. 1, s. 19-29 [cit. 2012-02-23]. DOI: 10.1016/j.biochi.2008.05.015.
- [87] FARNAUD, Sebastien a Evans W. ROBERT. Lactoferrin – a multifunctional protein with antimicrobial properties. *ScienceDirect* [online]. 2003, vol. 40, no. 7, s. 395-405 [cit. 2012-02-23]. DOI: 10.1016/S0161-5890 (03) 00152-4.
- [88] RULCOVÁ, Jarmila. Diferenciální diagnostika akné a akneiformních erupcí. *Trendy v medicíně*. 2002, roč. 4, č. 5, s. 4-8. ISSN 1212-9046.
- [89] RESL, V., P. CETKOVSKÁ. Měření elasticity kůže. *Česko-slovenská dermatologie*. 2007, roč. 82, č. 4, s. 202-205. ISSN: 0009-0514.
- [90] ĎOUBAL, S., P. KLEMERA. Viskoelastické parametry lidské kůže – měření a perspektivní aplikace v gerontologii, dermatologii a kosmetice. *Lékař a technika*. 2003, roč. 34, č. 4. ISSN 0301-5491.
- [91] RESL, V. Bioinženýrské metody ke zjištění funkčních vlastností kožní bariéry. *Česko-slovenská dermatologie*. 2007, roč. 82, č. 2. ISSN: 0009-0514.
- [92] Profilometrie, Resl, V. Cetkovská, P. a M. Leba. *Česko-slovenská dermatologie*. 2006, roč. 81, č. 3, s. 169-173. ISSN: 0009-0514.

[93] BDF Beiersdorf. *Primos by Beiersdorf* [online]. [cit. 2013-20-03]. Dostupné z: http://www.beiersdorf.de/Forschung_Entwicklung/Hautforschungszentrum_2/Testmethoden.html

[94] ROZSÍVALOVÁ, Věra. *Kosmetika I*. 2. aktualizované vydání. Praha: Informatorium. 2010, 139 s. ISBN: 978-80-7333-080-4.

[95] CK ELECTRONIC [online]. Courage + Khazaka electronic GmbH, Koln, Germany. [cit. 2013-20-03]. Dostupné z: <http://www.courage-khazaka.de>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADP	adenosindifosfátu
ATP	adenosintrifosfát
DNA	deoxyribonukleová kyselina
ECM	mezibuněčná hmota
ROS	reactive oxygen species
UV	ultrafialové záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Stavba kůže.....	13
Obr. 2 Obranné mechanismy proti oxidačnímu stresu.....	22
Obr. 3 Lasocare gel.....	31
Obr. 4 Tvorba náměru.....	37
Obr. 5 Odlitek profilu.....	38
Obr. 6 Příprava skeneru pro kontrolu kalibrace.....	41
Obr. 7 Seřízení odrazivosti skenovacího paprsku.....	41
Obr. 8 Nastavení parametrů skenování.....	42
Obr. 9 Postup při vlastním skenování vzorku.....	42
Obr. 10 Zobrazení vlastního profilu vzorku.....	43
Obr. 11 Vzorek po aplikaci metodou nejmenších čtverců.....	43
Obr. 12 Vzorky po srovnání měřítek v souřadnici Z	44
Obr. 13 Fotosimulace vzorku v souřadnici Z	44
Obr. 14 Vzorky po srovnání měřítek v souřadnici Z v 3D.....	45
Obr. 15 Názorný řez ve směru V – Z.....	46
Obr. 16 Hodnoty Pa.....	46
Obr. 17 Stav kůže před zákrokem.....	48
Obr. 18. Stav kůže po zákroku.....	48
Obr. 19 Srovnání pravých stran kůže probandky A před a po zákroku.....	49
Obr. 20 Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem.....	50
Obr. 21 Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku.....	50
Obr. 22 Složení 160 profilů V – Z před zákrokem.....	51
Obr. 23 Složení 160 profilů V – Z po zákroku.....	51
Obr. 24 Stav kůže před zákrokem.....	52
Obr. 25 Stav kůže po zákroku.....	52

Obr. 26 Srovnání pravých stran pokožky probandky B před a po zákroku.....	53
Obr. 27 Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem.....	54
Obr. 28 Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku.....	54
Obr. 29 Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem.....	55
Obr. 30 Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku.....	55
Obr. 31 Stav kůže před zákrokem.....	56
Obr. 32 Stav kůže po zákroku.....	56
Obr. 33 Srovnání pravých stran pokožky probandky C před a po zákroku.....	57
Obr. 34 Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem.....	58
Obr. 35 Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku.....	58
Obr. 36 Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem.....	59
Obr. 37 Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku.....	59
Obr. 38 Stav kůže před zákrokem.....	61
Obr. 39 Stav kůže po zákroku.....	61
Obr. 40 Srovnání pravých stran pokožky probanda před a po zákroku.....	61
Obr. 41 Složení 160 profilů ve směru S – J před zákrokem.....	62
Obr. 42 Složení 160 profilů ve směru S – J po zákroku.....	62
Obr. 43 Složení 160 profilů ve směru V – Z před zákrokem.....	63
Obr. 44 Složení 160 profilů ve směru V – Z po zákroku.....	63
Obr. 45 Závislost elasticity na úhlu pootočení před zákrokem.....	66
Obr. 46 Závislost elasticity na úhlu pootočení po zákroku.....	66
Obr. 47 Ozařování v čase 5 minut.....	67
Obr. 48 Ozařování v čase 10 minut.....	67

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Fitzpatrickova klasifikace.....	25
Tab. 2 Goldbergova klasifikace.....	25
Tab. 3 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem.....	50
Tab. 4 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku.....	50
Tab. 5 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem.....	51
Tab. 6 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku.....	51
Tab. 7 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem.....	54
Tab. 8 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku.....	54
Tab. 9 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem.....	55
Tab. 10 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku.....	55
Tab. 11 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem.....	58
Tab. 12 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku.....	58
Tab. 13 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem.....	59
Tab. 14 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku.....	59
Tab. 15 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J před zákrokem.....	61
Tab. 16 Hodnoty Pa a Pt získané řezy S – J po zákroku.....	61
Tab. 17 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z před zákrokem.....	62
Tab. 18 Hodnoty Pa a Pt získané řezy V – Z po zákroku.....	62
Tab. 19 Hodnoty Pa před a po zákroku.....	64
Tab. 20 Hodnoty Pt před a po zákroku.....	64
Tab. 21 Hodnoty Pa, Pt před a po zákroku.....	65

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Informovaný souhlas s použitím přístroje Lasocare Lunar Cosmetic na kosmetické ošetření pleti

INFORMOVANÝ SOUHLAS S POUŽITÍM PŘÍSTROJE LASOCARE LUNAR COSMETIC NA KOSMETICKÉ OŠETŘENÍ PLETI

Tento dokument byl vyhotoven s cílem informovat Vás o možnosti využití terapeutického laseru LASOCARE LUNAR Cosmetic, jednoho z přístrojů sloužících v kosmetice pro jeho efektivnost v péči o pleť. Dále informuje o této metodice a jejich možných rizicích.

Je důležité, abyste si všechny tyto informace pozorně přečetl/a, pochopil/a jejich význam nebo se v případě pochybností zeptal/a. Na závěr podepíšete souhlas s ošetřením pleti pomocí přístroje LASOCARE LUNAR Cosmetic.

V, dne

Pan / paní obdržel/a tyto ústní a
písemné informace od p. Andrey Zapletalové

ÚVOD

Léčebný postup je založen na neinvazivní laserové terapii, využívající vysoké míry uspořádanosti laserového paprsku k nedestruktivnímu ovlivnění biologických pochodů v organismu pacienta.

Lasery jsou tedy zdrojem svazku elektromagnetického záření, kterým lze získat energii o značné hustotě. Tato vlastnost je právě vhodná pro jejich využití. Prostup laseru do tkáně je regulován zvolenou vlnovou délkou a vyšším výkonem, eventuálně použitím speciální optiky.

Přístroj LASOCARE LUNAR Cosmetic disponuje laserem patřícím do třídy III. A – „biostimulační sondy“ mají výkon 5 mW.

Účinnost terapeutického laseru se podstatně zlepšuje aplikací gelu LASOCARE Basic 645 a u ostatních terapeutických procedur se stává vhodnou doplňkovou metodou příp. i metodou první volby.

Přístroj umožňuje volbu režimu záření, kdy je možné použít kontinuální emisi či emisi frekvenčně modulovanou.

Kontinuální, nepřerušované záření je nejčastěji používanou formou dávkování laserového světla. Používá se v kombinaci s omlazovacím gelem (LASOCARE) k ošetření jizev, popálenin a všude tam, kde ošetřuje velké plochy, nebo potřebuje dosáhnout velkých hloubek průniku laserového paprsku.

Modulové záření zvyšuje účinnost bodové stimulace, zejména u analgetických aplikací a v akupunktúře.

Nejedná se o bolestivé ošetření a je možné jej bez nebezpečí zopakovat.

Indikace:

- Lišej,

- opar,
- akné,
- vypadávání vlasů,
- popáleniny, poleptání a omrzliny,
- jizvy a zjizvení,
- bércové vředy,
- proleženiny,
- poruchy pigmentace,
- onemocnění nehtů.
- stárnutí pleti, biostimulace, omlazování

KONTRAINDIKACE A BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ PŘÍSTROJEM LASOCARE LUNAR Cosmetic

Ochrana očí – Vzhledem k vysoké intenzitě světla je v průběhu terapie nutné chránit zrak zákazníka homologovanými brýlemi určenými k tomuto účelu. Existuje zde riziko ozáření oční sítnice.

Těhotenství – Přestože nebyly pozorovány žádné komplikace, je zde doporučena maximální opatrnost.

Dysfunkčnost žláz s vnitřní sekrecí a útvarů s podezřením na rakovinu – Výsledky klinických testů varují před dlouhodobou expozicí koncentrovaným svazkem záření.

Laser se nesmí používat:

- Epilepsie,
- záchvatovitá neurologická onemocnění
- patologické změny tkáně a zhoubné bujení na kůži.

JE DŮLEŽITÉ, ABYSTE SI POZORNĚ PŘEČETL/A VÝŠE UVEDENÉ INFORMACE A BYLY ZODPOVĚZENY VŠECHNY VAŠE OTÁZKY, NEŽ TENTO SOUHLAS PODEPÍŠETE.

SOUHLAS S POUŽITÍM PŘÍSTROJE LASOCARE LUNAR Cosmetic

Tímto pověřuji a/ nebo zvolené pomocníky k provedení ošetření pomocí přístroje LASOCARE LUNAR Cosmetic.

Přečetl/a jsem si a chápu výše uvedené informace a byl/a jsem náležitě informován/a a vyřešil/a jsem své pochybnosti při osobním rozhovoru uskutečněném dne

Byl/a jsem dotázán/a, zda si přeji podrobnější informace. Jsem však spokojen/a s vysvětlením a nepotřebuji další informace. Osobně přijímám veškerá výše uvedená rizika včetně každého z nich, jež by se mohla vyskytnout v mém případě v důsledku aplikace výše uvedeného ošetření.

Prohlašuji, že jsem neopomněl/a poskytnout lékařské informace hovořící proti aplikaci této techniky týkající se méj minulosti a klinicko-chirurgických událostí v minulosti, zvláště v souvislosti s alergiemi a nemocemi, medikací nebo osobními riziky.

A POSKYTUJI SVŮJ SOUHLAS, aby mi bylo provedeno ošetření pomocí terapeutického laseru LASOCARE LUNAR Cosmetic.

Jsem srozuměn /a s tím, že tento souhlas mohu odvolat kdykoli před ošetřením nebo v jeho průběhu.

Na důkaz toho podepisuji tento dokument

Ve Zlíně , dne