

Užití polymerů v léčbě kožního onemocnění

Nikola Pavezová

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola PAVEZOVÁ**
Osobní číslo: **T10627**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Polymerní materiály a technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Užití polymerů v léčbě kožních onemocnění**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je vytvořit přehled o základních onemocněních a vadách kůže a možnostech využití polymerů při jejich léčbě. V první části práce bude vytvořen přehled informací o základních onemocněních kůže, přičemž mohou být stručně zahrnuty informace o příčinách, klíčových parametrech a postupech léčby. Druhá část se bude věnovat polymerům, jež se v současné době využívají v nejrůznějších medicínských aplikacích. Poslední část práce uvede přehled materiálů, či konkrétních produktů využívaných při ošetření a prevenci kožních onemocnění.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Molecular Cell Biology (6th edition) ISBN-10: 0716776014

Farmakologie a toxikologie ISBN: 80-247-0836-1

Bioactive Surfaces ISBN: 978-3-642-20154-7

Biological and Biomedical Coatings Handbook ISBN: 978-1-4398-4996-5

Lékařská mikrobiologie speciální ISBN: 80-902896-6-5

Biomimtec, Bioresponsive and Bioactive Materials ISBN: 978-0-470-05671-4

Biomaterials and Tissue Engineering, D. Shi, ISBN 3-540-22203-0

**Medical Textiles and Biomaterials for Helthcare, S.C. Anand a col., ISBN
-13:978-1-85573-683-2**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michaela Pelíšková, Ph.D.

Centrum polymerních materiálů

Datum zadání bakalářské práce:

10. ledna 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

28. května 2014

Ve Zlíně dne 11. února 2013

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan



Ing. Lubomír Beníček, Ph.D.

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 vzdělávacímu 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). Odpírá-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

Polymerní materiály nacházejí uplatnění v řadě medicínských aplikací. Jedním z oborů medicíny, kde se v široké míře používají je léčba kožních onemocnění. Tato práce se převážně věnuje problematice kožních onemocnění. Poskytuje základní informace o klíčových parametrech zmiňovaných nemocí, jejich příčinách a možných postupech léčby. Druhá část práce se obecně věnuje problematice polymerů v medicíně, v obecném pohledu a nakonec se snaží o shrnutí možných aplikací polymerních látek při léčbě a prevenci kožních onemocnění a ran.

Klíčová slova: kožní onemocnění, léčba, prevence, polymer, hydrogel, biokompatibilita.

ABSTRACT

Polymeric materials are used in many medical applications. One of the medical disciplines, where they are widely used is the treatment of skin diseases. This work mainly deals with the issue of skin diseases. It provides basic information on the parameters of skin diseases, their causes and possible treatments. The second part deals with the issue of polymers in medicine in general terms and then tries to summarize the potential applications of polymer compounds for the treatment and prevention of skin diseases and wounds.

Keywords: skin disease, wound, prevention, polymer, hydrogel, biocompatibility.

Děkuji paní Ing. Michaele Pelíškové, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za její cenné rady, připomínky a velkou trpělivost.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Nikola Pavezová

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 KŮŽE	12
1.1 VÝVOJ KŮŽE	12
2 KOŽNÍ ONEMOCNĚNÍ	14
2.1 CHRONICKÉ RÁNY	15
• Bércový vřed - Ulcus cruris.....	15
• Diabetická noha.....	16
2.2 AKUTNÍ RÁNY	19
• Popáleniny.....	19
• Omrzliny.....	21
• Rakoviny kůže.....	21
• Opary - herpes labialis (syn. Herpes simplex)	22
• Pásový opar - Herpes zoster	23
• Bradavice - Verrucae vulgares	24
3 HOJENÍ RAN	27
4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ HOJENÍ RAN	28
4.1 SYSTÉMOVÉ FAKTORY	28
• Věk pacienta.....	28
• Přidružená onemocnění.....	28
• Léky.....	28
• Imunita	28
• Spánek.....	29
• Návyky	29
• Centrální hypoxie	29
4.2 MÍSTNÍ FAKTORY	29
• Porucha hemodynamiky.....	29
• Hloubka rány	29
• Spodina rány.....	29
• Mikrobiální infekce.....	30
• Teplota rány	30
• Kvalita ošetření	30
5 POLYMERY V MEDICÍNĚ	31
5.1 NĚKTERÉ BIOMATERIÁLY	31
• Polymery	32
• Keramika	32
5.1.1 Přírodní polymery.....	32
5.1.2 Polysacharidy	33
5.1.3 Polypeptidy.....	33
5.1.4 Polynukleotidy.....	33

5.1.5	Syntetické polymery.....	33
5.2	VYBRANÉ POJMY A ROZDĚLENÍ V OBLASTI MEDICÍNSKÝCH POLYMERŮ	39
5.2.1	Elastomery.....	39
5.2.2	Termoplasty.....	39
5.2.3	Reaktoplasty	40
5.2.4	Blokové kopolymery	40
5.2.5	Biodegradabilní polymery	40
6	POLYMERY V LÉČBĚ RAN.....	41
6.1.1	Hydrogely	42
6.1.2	Krytí.....	42
•	Polyuretanové krytí s hydrogelem.....	42
•	Hydrokoloidní krytí.....	43
•	Čisté krytí	43
•	Moderní hydrogelové krytí.....	43
6.1.3	Obvazy.....	43
•	Obvazy s alginátem a ionty stříbra	43
•	Obvazy s aktivním uhlím	44
•	Hydroaktivní mastný tyl.....	44
6.1.4	Pasty	44
•	Alginátová pasta se stříbrem	44
6.1.5	Krytí s mastí	45
•	Sterilní krytí s mastí	45
•	Krytí s neutrální mastí	45
6.1.6	Filmy	45
	ZÁVĚR.....	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	47
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	52
	SEZNAM OBRÁZKŮ	53

ÚVOD

Bakalářská práce se z hlediska somatologie a anatomie zabývá kůží, kožními onemocněními, jejich rozdělením na chronické a akutní a rovněž typy kožních problémů, se kterými se setkáváme nejen v nemocnici, ale i v domácím prostředí. Kožní onemocnění jsou obsáhlým medicínským problémem. Jejich prevence a léčba může být kromě aplikace účinných léčivých látek řešena rovněž za pomoci látek polymerních, které se uplatňují především v podpůrné léčbě a jako nosiče léčiv. V různých medicínských aplikacích je široce využívána řada polymerů. Jsou využívány v oblasti ortopedie, zubního lékařství, medicíně měkkých tkání, či pro auto-kardiovaskulární implantáty. Polymery mohou pocházet z přírodních zdrojů nebo ze syntetických procesů. Do široké škály přírodních polymerů patří biomateriály obsažené v rostlinách, jako je alginát sodný, přírodní kaučuk, dále materiály živočišného původu, jako je kolagen, glykosaminoglykany, heparin či kyselina hyaluronová a rovněž deoxyribonukleové kyseliny (DNA) tvořící genetický materiál všech živých tvorů [1]. Mezi polymery používané v medicíně patří kromě přírodních polymerů i syntetické polymery. Tyto materiály jsou používány v chirurgii, ortopedii či farmaceutickém průmyslu. Obecně lze polymery v lékařství rozdělit do tří oblastí dle aplikační specifikace na polymery nepřicházející do styku s živou tkání, na polymery, které jsou ve styku s živou tkání dočasně a nakonec polymery, jež jsou ve styku s živou tkání trvale. Významnými vlastnostmi, jež mají rozhodující vliv na to, ve které z těchto oblastí může být polymer použit, jsou biodegradabilita a biokompatibilita. Přičemž biokompatibilita je pro použití v léčbě ran, kdy dochází minimálně k dočasnému styku s tkání, rozhodující vlastností.

I. TEORETICKÁ ČÁST

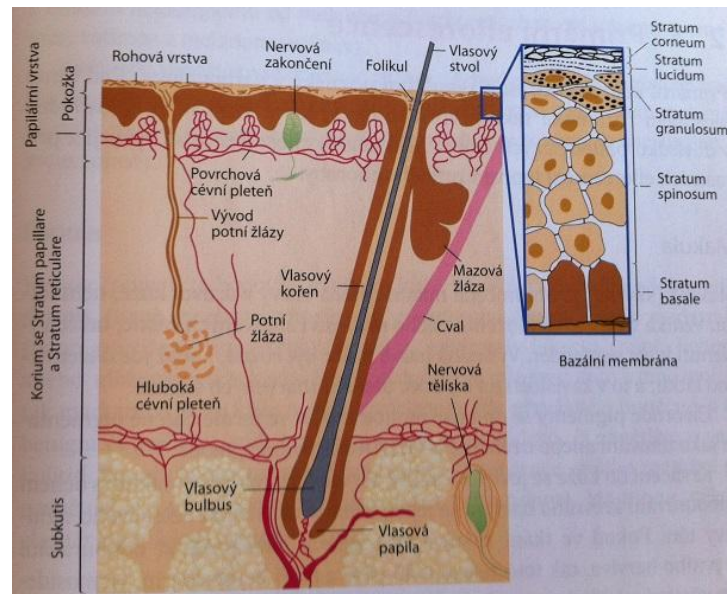
1 KŮŽE

Kůže latinsky *cutis*, řecky *derma* je rozsáhlý plošný orgán tvořící zevní povrch organismu a tím bariéru organismu vůči okolí. Je hraničním orgánem mezi vnitřním a vnějším prostředím. Skládá se z povrchové pokožky, hlouběji uložené škály a z podkožního vaziva. Kůže je z hlediska plochy největší orgán lidského těla. Kůže dospělého člověka dosahuje plochy téměř 2 m² (průměrně 1,6 – 1,8 m²), z čehož na hlavu a krk připadá 11%, na trup 30%, na horní končetiny 23% a na dolní končetiny kolem 36%. Představuje přibližně 5 až 9% celkové hmotnosti člověka. Tloušťka kůže je (podle krajiny těla) od 0,5 mm do 4 mm, obzvláště tenká kůže je na očních víčkách, na uchu, na předloktí a na penisu. Nejsilnější je na zádech (kolem 4 mm). Přitom povrchová pokožka (epidermis) je nejtenčí na vlasaté části a nad klouby zápěstí a nejtlustší na dlani a na chodidle. Je součástí látkové výměny, jednak tím, že se účastní dýchání a jednak tím, že svými potními a mazovými žlázami představuje orgán exkreční. Též se podílí na funkci imunitního systému organismu, neboť obsahuje imunokompetentní buňky. Je tvořena mnohovrstevným rohovějícím dlaždicovým epitelem. Epitelové buňky uložené zcela na povrchu postupně odumírají, rohovatí a odlupují se. Hmotnost kůže dosahuje 4,5 kg, je-li však kůže ztlustělá tukovým polštářkem, může její hmotnost v extrémních případech dosáhnout až 20 kg. Z celkové hmotnosti připadá na epidermis přibližně 0,5 kg a 3,5 kg na škáru, zbytek na hrubší kožní struktury těla. V klidových podmínkách se z povrchu kůže (a sliznic) odpaří 800 ml vody a to především nepozorovatelným pocením. Kůže je orgán, který plní termoregulační, vodní, elektrolytovou a exkrečně-detoxikační funkci. Uplatňuje se také v jiných metabolických procesech (syntéza vitamínu D, metabolismus lipidů aj.). Nejdůležitější funkcí kůže je funkce ochranná, jež chrání lysý povrch člověka před působením zevních faktorů, jako jsou: mechanické (tlak, tření aj.), aktinické (vliv UV - záření). Předpokládá se, že se v ní mohou tvořit protilátky [2-5].

1.1 Vývoj kůže

Lidská kůže se vyvíjí ze dvou zárodečných listů: ektodermu a mezodermu. Ektoderm se v 1. embryonálním měsíci diferencuje na dvě vrstvy: epidermis a nervovou lištu. Z embryonální epidermis vzniká dále epidermis a adnexa (kolem 6 měsíce), z nervové lišty melanocyty, nervy a nervové terminální orgány (receptory). Struktury *coria* (škály) se diferencuje

z mezodermu. Struktura kůže a její základní vrstvy jsou na obrázku 1 - pokožka (*epidermis*), škára (*corium*), podkožní vazivo (*hypodermis*) [3].



Obrázek 1 – Anatomie kůže. Převzato z Niedner [3].

2 KOŽNÍ ONEMOCNĚNÍ

Kůže je největší tělesný orgán odpovědný za množství funkcí. Je také zranitelná nejrůznějšími chorobami, jejichž příčina nemusí být vždy jasná. Svědění nebo modřiny má občas každý, ale v některých případech to může být známkou závažného celkového onemocnění. Některé kožní problémy jsou důsledkem poruch vylučovacích orgánů (střeva, ledviny aj.). Mezi nejčastější onemocnění kůže patří ekzém (dermatitida), akné, lupus a psoriáza. Jiným kožním onemocněním jsou bradavice, opary, sluneční spáleniny, mozoly, kuří oka a nakažlivé nemoci jako impetigo a svrab. Kožní onemocnění mohou postihnout kteroukoliv část těla a jejich závažnost se pohybuje od podráždění kůže až ke stavům ohrožujícím život. Spousta ovoce a zeleniny, pití velkého množství vody a rozumné užívání doplňků, mohou ovlivnit některé potíže. Strava obsahující mnoho cukru, tuku a průmyslově čištěných a zpracovaných surovin je pro kůži velkou zátěží, stejně jako škodliviny z prostředí, stres, kouření a UV paprsky. Suchost kůže bývá podmíněna geneticky, ale zhoršuje se špatnou výživou, nebo je-li kůže vystavena slunci a mrazu. Velmi suchá kůže bývá často způsobena pouhým nedostatkem kožního mazu a vlhkosti, nebo je důsledkem snížené činnosti štítné žlázy. Kůži také mohou vysoušet některé léky, např. spasmolytika, antihistaminika a diuretika. Ztenčení kůže je přirozeným důsledkem stárnutí, ale mohou je způsobit i steroidy. Ekzémy a různé vyrážky jsou často vyvolány alergií na kovy, slunce, kosmetiku, rostliny, potraviny a jiné látky; vzplanutí psoriázy může vyvolat i stres. Rovněž špatné vylučování toxinů z organismu při onemocnění jater či ledvin, může být příčinou výskytu vyrážky. Nápadná tvorba modřin může být následkem nedostatků ve výživě, poruchy srážlivosti (např. při užívání léku proti srážení krve), chudokrevnosti nebo nadváhy. Může to však být i časný příznak rakoviny. Kuří oka a mozoly vznikají tlakem nebo třením kůže, např. u špatně padnoucí obuvi. Příznaky při onemocnění jsou svědicí a zarudnutá kůže, suchá, olupující se či praskající kůže se sníženou citlivostí, hnědé skvrny nebo změna barvy, ztlustění nebo ztenčení kůže, nadměrná tvorba modřin [6-7].

2.1 Chronické rány

- **Bércový vřed - *Ulcus cruris***

Ulcus cruris je jen popisným termínem pro bércový vřed. Kožní vředy na nohou mají chronický, recidivující průběh. Vznikají ve varikózním terénu nebo u postflebitických stavů, nejčastěji po nevelkém traumatu, či z povrchové exkoriace postupným nebo i náhlým rozpadem kůže a podkoží. V 90% případech se jedná o důsledek chronické žilní insuficience povrchových žil a jejich perforátorů (spojek s hlubokým žilním systémem), klinicky se projevujícími křečovými žilami, anebo posttrombotickým syndromem po odeznělé trombóze hlubokých žil. Souhrnné chronické vředy bérce jsou častým problémem 3 až 5% populace nad 65 let. Jednou z hlavních příčin vzniku je insuficience perforujících vén na vnitřních plochách distální části bérce, kde také vředy nejčastěji vznikají. Tyto vředy jsou většinou ploché, velké a mírně bolestivé. Některé se hojí rychle, jiné přetrvávají léta nezhojeny. Okolní kůže je hyperpigmentovaná (depozita hemosiderinu v důsledku chronické venostázy) nebo je již bělavě jizevnatá. Mohou vznikat edémy, záněty a ekzémy. Elevace končetiny vede k subjektivní úlevě Obr. 2 [3,8-10].



Obrázek 2 – Povrchní ulkus se světle červenými granulacemi (cévnatá tkáň vznikající v rámci hojení ran) [8].

Diferenciálně diagnosticky odlišujeme posttraumatické ulcerace, ekthyma, erythema induratum, rozpadlé nádorové uzlinky, arteriosklerotické vředy, trofické vředy (při diabetu, neurologických poruchách). Méně časté jsou vředy podmíněné arteriálně-ischemickou chorobou dolních končetin nebo endarteritis obliterans (u diabetiků, kuřáků, hyperlipoproteinémie). Pro správnou léčbu pacientů s vředy na noze je důležité být si vědom velké diferenciální diagnózy vředu na noze.

Léčba venózních vředů:

- Kompresivní punčochy II. A III. kompresní třídy (35 mm HG) nebo kompresivní bandáže s krátkotažnými obinadly. Kromě punčoch se osvědčuje kompresivní léčba správně přiloženým elastickým obinadlem (od prstů nohou pod koleno nebo i výše) nebo gumovou punčochu správných rozměrů.
- Celková léčba: venotonika, edémprotektiva, reologika.
- Čistění, dezinfekce a krytí ran: mechanické snesení nekrózy a povlaků, enzymatické masti, antiseptické obklady a masti. Méně obvyklá je léčba larvami nebo podvodní vysokotlaké čistění, podpora granulace a pak i epitelizace: hydrokoloidy, kalciummalgináty a další moderní krytí na principu vlhkého hojení ran (hydrogely, polyuretany apod.), event. i klasické krytí.
- Operativní léčba: ablace insuficientních žil, snesení fibrotické, jizevnaté kůže, transplantační krytí.

Léčba Arteriální vředy:

- Cévní chirurgické zákroky.
- Celková léčba: vazodilatancia a reologika: pentoxifylin, prostacykliny.
- Zákaz kouření a lokální léčba jako u venózních vředů [3,8,10].

- **Diabetická noha**

Definována podle WHO jako ulcerace, infekce nebo destrukce tkání s ambulantními abnormalitami a s různým stupněm ischemické choroby dolních končetin. Je kombinací celé řady příznaků. V praxi je nejen u diabetiků s aktivními ulceracemi nebo gangrény na nohou, ale i u pacientů s gangrénou či ulceracemi v anamnéze a u pacientů s amputací nebo s Charcotovou osteoartropatií (tj. s hrubými deformacemi nohou). Uvedení pacienti mají vysoké riziko dalších recidiv syndromu diabetické nohy. Až 50% diabetiků 2. typu jsou postiženi neuropatií a mají vysoké riziko diabetické nohy. Ulcerace nejčastěji bývá způsobena poraněním ze špatně padnoucí obuvi nebo z chůze naboso. Dochází ke ztrátě citlivosti končetin, deformaci nohou a snížená pohyblivost kloubů vede k biomechanickému zatížení nohy [11].

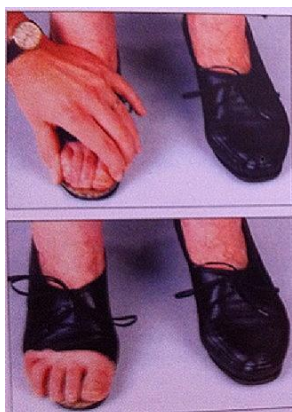


Obrázek 3 – Absces a hluboká léze na patě [11].

Léčba diabetické nohy:

V každé fázi je nutno zajistit prevenci další progresu postižení nohy a adekvátně léčit stávající postižení podle následujících zásad. Je nutno mít pod kontrolou: ránu, mikrobiologický nálezn, odlehčení nohy, obouvání, cévní zásobení, metabolismus při diabetu a edukaci diabetika. Mít pod kontrolou metabolismus diabetika je zásadou všech fází rozvoje postižení. Máme 6 stádií syndromu diabetické nohy:

- **Stádium 1** - normální noha: nemá žádné rizikové faktory pro rozvoj ulcerace, není přítomna ani neuropatie, ischemie, deformace, kalus nebo otok. Diagnóza 1 stádia v podstatě znamená, že díky screeningu jsme u pacienta těchto 5 rizik vyloučili.
- **Stádium 2** - noha s vysokým rizikem: má poradit nemocnému, jaké jsou zásady základní péče o nohy, stříhání nehtů, léčby drobných poranění a při chození vhodnou obuv.



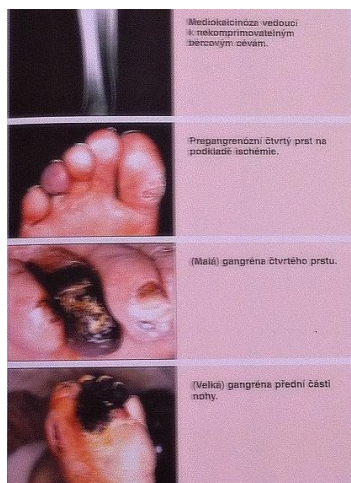
Obrázek 4 – Nevhodná obuv [11].

- **Stádium 3** - noha s ulcerací. Neuropatická noha: Nejúčinnější cestou redistribuce tlaků je okamžitá aplikace některé z fixací. Destičkový růstový faktor, který stimuluje fibroblasty a jiné buňky pojivové tkáně kůže a zlepšuje proces hojení cestou

buněčného růstu a reparace. Je používána také umělá lidská pokožka vyrobená cestou tkáňového inženýrství. Humánní fibroblasty jsou kultivovány v trojrozměrné polyglaktinové síti. Fibroblasty prorůstají přes strukturu sítě, produkují lidský dermální kolagen, růstové faktory a jiné proteiny. Nakonec dojde k vlastní produkci dermálního matrixu. Výsledkem je metabolicky aktivní dermální tkáň se strukturou papilární dermis novorozence. Lze rovněž k léčbě použít kolagenního gelu osídleného fibroblasty, který je kryt vrstvou keratinocytů. Studium z poslední doby prokázalo, že léčba diabetického defektu je spojena s významnou redukcí času, potřebného ke zhojení ulcerace. Ester hyaluronové kyseliny, který je největší součástí extracelulárního matrixu. Jde o polysacharid, který usnadňuje růst a pohyb fibroblastů, avšak je nestálý při aplikacích do tkáně. Ze zdravé kůže pacienta je v takovém případě odebrán vzorek a keratinocyty jsou kultivovány na membráně tvořené esterem kyseliny hyaluronové. Tento ester i zde funguje jako nosné médium k následné dodávce kultivovaných epidermálních buněk do ran.

- **Stádium 4** - ulcerace s infekcí měkkých tkání: je způsobena bakteriemi, které se do defektu dostávají z okolí kůže. Nejčastěji patogenní jsou stafylokokové a streptokokové bakterie. Přesto je infekce způsobená u 50% pacientů anaeroby a Gram negativními organismy a nález je často polymikrobní. V klidových oblastech nacházíme povrchový zánět měkkých tkání. Infekce měkkých tkání může být navíc komplikována osteomyelitidou probíhající v hloubce pod ní. Infekce diabetické nohy vyžaduje multidisciplinární přístup. Je nezbytné dosáhnout kontroly nad mikrobiologickými nálezy, tepenným zásobením nohy, stavem rány i stavem obouhnutí a nemocného je nutno edukovat. Pokud infekce není kontrolována, šíří se s alarmující rychlostí a způsobuje rozsáhlé tkáňové nekrózy, které postiženého zařazují do stádia 5.
- **Stádium 5** - ulcerace a nekrózy: je charakterizováno přítomností nekrózy. Kvalifikace se odvíjí od toho, zda je přítomna infekce, a zda je tedy nekróza vlhká (vlhká gangréna), nebo je-li přítomna pouze suchá gangréna. Vlhká gangréna má tkáň šedivou nebo černou, vlhkou a zápachající. Okolní struktury jsou infikovány a hnis může vytékat z okrajů ulcerace mezi nekrózou a vitální tkání. Suchá gangréna je tuhá, jakoby zuhelnatělá, mumifikovaná s jasnou demarkační linií mezi nekrózou a vitální tkání. Suchá nekróza, která byla zapříčiněna ischemií se antibiotika podávají jen

tehdy, je-li přítomna sekrece nebo pozitivní stěr z defektu. Jsou-li přítomné klinické známky infekce, má se pokračovat v antibiotické léčbě tkáně tak dlouho, dokud nejsou stěry opakovaně negativní.



Obrázek 5 – Ulcerace a nekróza [11].

- **Stádium 6** - noha může být zachráněna.

Každý pacient musí být zařazen do jedné z uvedených stádií a patřičně léčen. Ve stádiu 1. a 2. je kladen důraz na prevenci ulcerace. Ve stádiu 3. je klinická symptomatologie a léčba probrána podrobněji dále. Ve stádiu 4. a 5. je cílem léčby zvláště komplikace defektu, jmenovitě tedy infekce (flegmóna) a nekróza [12].

2.2 Akutní rány

- **Popáleniny**

Popáleniny mohou být způsobeny poškozením kůže suchým teplem, chemickými látkami nebo elektrickým proudem. Poškození vlhkým teplem nazýváme opaření. Popáleniny chemické jsou důsledkem požití či vdechnutí žíraviny nebo kontaktu s nimi. Popálení může být lehké i těžké. Lehké popáleniny může způsobit slunce, dotyk horkých předmětů apod.. Těžší popáleniny vznikají působením ohně a chemických látek. Rozdělujeme je na popáleniny prvního, druhého a třetího stupně. Většina popálenin není závažná a stačí je ošetřit doma. Spáleniny vyžadují vždy specializované nemocniční ošetření a velmi složité léčení, např. transplantaci kůže k podpoře hojení a potlačení jizevnatých změn. Na lehčí typy popálenin můžeme použít zklidňující bylinkové masti např. z *aloe vera* nebo z měsíčku. Navíc můžete k podpoření léčby a na ochranu před infekcí užívat hodně vitamínů, minerálů a

jiných doplňků. Popáleniny termální vznikají působením ohně, šlehajících plamenů, opařením nebo kontaktem s horkým předmětem. Popáleniny elektrickým proudem jsou způsobeny vysokou teplotou při průchodu elektrického proudu tělem. Elektřina vstupuje do těla v okamžiku kontaktu a poté jde cestou nejmenšího odporu. Předtím než opustí tělo, může elektrický proud procházet vnitřními strukturami a hlubšími tkáněmi těla. K většině popálenin dochází doma, někdy vyžadují ošetření na pohotovostním oddělení nemocnice nebo na chirurgii. Poškození kůže slunečním zářením způsobuje obvykle popáleniny prvního stupně, protože postihuje pouze zevní vrstvu kůže a většinou dochází k tvorbě puchýřů. Středně těžké jsou popáleniny druhého stupně - postihují částečně i hrubší vrstvy kůže a provází je tvorba puchýřů. Nejtěžší jsou popáleniny třetího stupně, které poškozují nejen všechny vrstvy kůže, ale často zasahují i svalovou tkáň, nervy, cévy a dokonce i kosti. Popáleniny inhalační, které jsou na prvním místě ve statistice úmrtí do 24 hodin po vzniku popáleniny. Inhalace kouře a inhalační popáleniny se obvykle vyskytují u osob uvězněných v uzavřeném prostoru a vystavených silnému kouři a dále u osob, které byly během požáru v bezvědomí. Vrchní vrstvy kůže jsou odumřelé, spečené a vytvářejí tzv. příškvar. Příčinami popálenin jsou opařeniny vznikající většinou popálením horkou vodou, polévkou, párou nebo tukem. Tato poranění mohou být klamavá. Kožní poškození bývá nepatrné, ale poškození vnitřních orgánů velmi rozsáhlé [7,13].

Příznaky popálenin rozdělujeme do 3 stupňů:

- **Popáleniny 1. Stupně:**

- bolest, zarudnutí kůže, někdy otok kůže.

- **Popáleniny 2. Stupně:**

- bolest, zarudnutí kůže, puchýře,
- mírný až střední otok.

- **Popáleniny 3. stupně:**

- není bezprostřední bolestivost nebo krvácení, protože jsou poškozeny nervy a cévy. Kůže je zuhelnatělá - černá, bílá nebo temně rudá [7].

Léčba popáleniny pomocí hydrogelů:

Kůže je opravdu důležitou oblastí tkáňového inženýrství, zejména v případě rozšířených popálenin třetího stupně, v nichž stávající léčba je stále nedostatečně podpořena regenerací pokožky. K léčbě ran v celé tloušťce byly např. úspěšně použity biologicky inspirované, dvouvrstvé, fyzické hydrogely, pouze složené z chitosanu a vody. Byly zpracovány a použity k léčbě celé tloušťky popálenin.

- První vrstva je složena z tuhého ochranného gelu. Zajištěné dobré mechanické vlastnosti a výměna plynů.
- Druhá měkká a pružná vrstva materiálu umožňuje sledovat geometrii rány a zajišťuje dobrý povrchový kontakt. Pro porovnání, byl zvažován i vysoce viskózní roztok chitosanu.

Ve studii [14] byly provedeny veterinární experimenty na prasečí kůži. Biopsie byla provedena v 9, 17, 22, 100 a 293 dni, kdy byla analyzována histologie a imuno-histochemie. Byl použit pouze 1 druh chitosanu. Výsledky ukázaly, že chitosan byl dobře tolerován a podpořoval dobrou regeneraci tkání. Ve 22 dni byl kolagen 1. a 4. typu syntetizován v granulační tkáni a vytvořil kožní spojení. Po 100 dnech byla nová tkáň podobná nativní kůži, zejména její estetický aspekt a její flexibilita [14].

- **Omrzliny**

Omrzliny se projevují jako bolestivé, tmavě červené až fialové, naměkklé skvrny na kůži. Většinou se vyskytují na ruce, vzácněji na nohou nebo jiných částech těla. Často se tvoří puchýře, může dojít i k vředovitému rozpadu kůže. Omrzliny jsou vyvolány mrazem při nedokonalém prokrvení končetin. Z toho důvodu jsou častější u dětí a u žen. Proto jsou výhodná pohybová cvičení na podporu lepšího prokrvení. Je nutné také vždy dbát na přiměřené oblečení [6].

- **Rakoviny kůže**

Rakovina kůže nejčastěji napadá horní dvě třetiny obličeje. Vyskytuje se obzvláště v očních koutcích, na spáncích a na chřípí, často také na bradě, ale zřídka na jiných částech těla. V kůži se tvoří malá perličkovitá ložiska, která se během let zvětšují. Jejich střed se zplošťuje a okraje valovitě vystupují. Mohou se také vytvářet ploché bradavicovité útva-

ry anebo malé vřídky, které snadno krvácejí. Rozsah plochy s kožní rakovinou je obvykle omezen na velikost větší mince, větší rozměry jsou vzácné. Chorobný proces se může ale posunout do hloubky a zničit okolní vazivo nebo kosti [6].

- **Opary - herpes labialis (syn. Herpes simplex)**

Asi 90% populace mělo někdy v krvi přítomné protilátky proti viru *herpes simplex*. Virus může postihnout kromě kůže také sliznici různých orgánů podle věku a imunitní odpovědi pacienta. Jakmile jednou virus působící opary vnikne do organismu, mohou se bolestivé puchýřky na rtu objevit kdykoli, když je oslaben imunitní systém. Pacient často pociťuje krátce před samotným výsevem v postiženém místě mravenčení (dále pálení, svědění a jiné tzv. prodromy). Opar tvoří drobné puchýřky naplněné tekutinou, objevují se obvykle na rtu, ale mohou být v podobě vřídka na sliznici dásní, měkkého i tvrdého patra a tváří. Puchýřky později praskají a zasychají ve strupy. Do deseti dnů zpravidla zmizí. Opary vyvolává většinou virus *herpes simplex typu 1*. (HSV - I). Je odlišný od viru, který vyvolává herpes pohlavního ústrojí (virus *herpes simplex typ 2*) přenášený obvykle pohlavním stykem. Spící virus vyvolávající opary je uložen v nervových buňkách a opary se proto mohou opakovat v intervalech několika týdnů i let. Opary se objevují, když je imunitní systém oslaben horečkou nebo virovou infekcí, např. při nachlazení. Výsev může být vyvolán i únavou, menstruací nebo stresem, někdy jen pohybem na slunci, větru nebo stykem s mořskou vodou [3,7,8].

Klinické projevy infekce *herpes* virem jsou různé:

1. Puchýřnaté, na určitých místech kůže lokalizované projevy (*herpes labialis*).
2. Aftózní stomatitida.
3. Herpetická vulvovaginitida.
4. Herpetická keratokonjunktivitida.
5. Eczema herpeticum - jako *superinfekce ekzémových projevů* [3].

Léčba *herpes simplex* je:

- Lokální: v prodromálním stádiu, dokud se nevytvořily puchýřky, pomáhají virostatika nebo i 0,05% roztok zinksulfátu.

- Ve stádiu puchýřků jsou účinné již jen protizánětlivé, vysušující prostředky, např. tekutý zinkový pudr k zabránění bakteriální superinfekce (např. s rivanolem, anti-septické nebo antibiotické tinktury- podobně jako u *herpes zoster*). Viry však nelze potlačit, keratinocyty jsou již jimi napadeny.
- U mírného průběhu není žádná další léčba nutná. Při častých recidivách (>10/rok); jedenkrát týdně se na příslušné místo přikládá tampón smočený tímto roztokem na dobu cca 10 minut. Po třech měsících pak jedenkrát měsíčně. Recidivy se těžko ovlivňují. Pokud v mezidobí dojde k recidivě, začíná se opět od začátku. Tato léčba často vede k výraznému snížení počtu recidiv či dokonce k jejich vymizení [8].

- **Pásový opar - Herpes zoster**

Původcem je virus *herpes zoster*, identický nebo blízký viru varicely (inkubace trvá 7 - 18 dní). Puchýřky obsahují virus *varicella zoster* a tento virus je vysoce nakažlivý. Jde o viry identické. Virus se do organismu dostane sliznicí dýchacího ústrojí, šíří se lymfatickými cestami a dochází zde k primární viremii. Viry přežívají po primoinfekci ve spinálních gangliích a mají možnost se při imunopresi nebo ve stáří reaktivovat. Předpokládá se, že virus, který je příčinou pásového oparu, se revitalizuje v okamžiku, kdy je imunitní systém oslaben - věkem, stresem, chřipkou nebo určitými léky či chorobami porušujícími imunitu. Virus může vzplanout kdykoli během dospělosti a způsobit pásový opar. Způsobuje silné bolestivé shluky puchýřků na kůži. V postižené oblasti dochází k zarudnutí kůže, k výsevu čirých puchýřků, k paresteziím až k nesnesitelným bolestem. Nejdříve se objevují bolesti radikulární (vycházejí z nervového kořene) a potom se objevují typické kožní projevy. Bolesti se mohou projevit i difúzně, jako je třeba bolest hlavy, při postižení trupu a bolesti zad. U imunologicky oslabených pacientů (tumor, tuberkulóza, diabetes) se herpetické projevy šíří i mimo hranici postižené oblasti, puchýřnaté morfy se mění hemoragicky a nekroticky, velké bolesti přetrvávají i po zahojení kožních příznaků (*postherpetické neuralgie*). Pásový opar sám není nakažlivý, ale z otevřených puchýřků se může na děti nebo na dospělé, kteří plané neštovice neprodělali, přenést virus a nakazit je tímto onemocněním. Nikdo však přesně neví, co vede ke změně v chování viru a vyvolání příznaků. Onemocnění trvá 2 - 3 týdny [3,7,8].

Příznakem *herpesu zoster* je intenzivní pálení a řezání v některé oblasti těla, následované do jednoho až tří dnů zarudnutím kůže, může být provázeno horečkou a bolestmi hlavy.

Začnou se vyskytovat shluky malých, tekutinou naplněných puchýrků, které se tvoří na zaníceném pásu kůže, obvykle na trupu nebo hýždích, někdy i na obličeji či pažích. Začnou intenzivní bolesti a svědění v okolí puchýrků, na nichž se do deseti dnů dělají stroupky. Bolesti obvykle za dva až tři týdny zmizí, někdy však přetrvává měsíc až roky (postherpetické neuralgie) [7].

Léčba herpesu zoster je:

- Lokální: u imunokompletních osob a při klinicky mírném průběhu stačí antiseptická, vysušující léčba, např. 2% chlorhexidin glukonát v tekutém pudru, 0,025% kapsaicin v masťovém základu. V ČR nejsou běžně dostupné a používají se např. tekutý pudr s 1% rivanolu, též chloroxinová pasta, tinktury s trifenylmethanovými barvivy: genciánová violet, brilantová zeleň, metylénová modř nebo i argen nitrát. Při sekundární bakteriální infekci antiseptické nebo antibiotické pasty a masti [3,8].
- Celková:
 1. Analgetika: např. paracetamol a kyselina acetylsalicylová, která ale často nestačí, takže se volí nízkopotentní opioidy, jako např. tramadol nebo oxycodon, obstríky ganglií lokálními anestetiky, u těžkých gabapentin; podpůrně lze použít biostimulační laser.
 2. Virostatika se vnitřně podávají u těžkého průběhu, u osob imunosuprimovaných a při postižení obličeje, např. aciklovir, valaciclovir, famciclovir, penciclovir nebo brivudin (obecnou indikací k celkové léčbě je dále věk nad 50 let). Těžké formy *zosteru* se však u imunologicky oslabených pacientů v současné době úspěšně léčí acyklovirem (infuze, tablety) [3,8].
 3. Vzhledem k časté bakteriální superinfekci se také mohou podávat celková antibiotika [8].

• **Bradavice - Verrucae vulgares**

Jsou častější než bradavice ploché. Přibližně každý desátý člověk měl někdy v životě bradavice. Bradavice jsou způsobeny lidskými papilomaviry. I když většinou zmizí bez léčení, mohou některé doplňky uspišit vyhojení těchto nechtěných a nevzhledných vad na kráse. I když bradavice většinou nevypadají hezky, jsou obvykle zcela neškodné. K nákaze dochází přímým kontaktem nebo inokulací infikovaných kožních šupin (např. na plovárně). Přímá

infekce může nastat při poranění. Od vstupu infekce může trvat měsíce a někdy i několik let, než se bradavice objeví. Tyto malé výrůstky jsou tvořeny okrsky kůže, která vyrostla rychleji než zdravá tkáň kolem ní a ztvrdla v důsledku virové infekce. Aktivaci viru bradavic může hrát roli snížená imunita, která může zavinit vzplanutí infekce a růst bradavic.

Nejdříve jsou tyto bradavice ploché, ale při dlouhém trvání mohou růst i na povrch. Je jich mnoho druhů, od běžných bradavic na prstech a hřbetu rukou po bradavice na ploskách nohou. Zvláště nepříjemná je lokalizace bradavic na ploskách nohou (plantární veruky), která vyvolává tlakovou bolest. Bradavice, které se vyskytují na genitálu, jsou považovány za vážnější onemocnění, protože jsou pravděpodobně spojeny se zvýšeným rizikem rakoviny kůže, děložního hrdla a penisu [3,6-8].



Obrázek 6 – a) **Verruca plantaris** na místě, které je tlakově zatížené nožní klenbou a nad hlavičkou prvního metatarsu (skupina pěti dlouhých kostí v noze) je velká hyperkeratotická bradavice s centrální prasklinou [8].



Obrázek 7 – b) + c) **Verrucae vulgares** kde je tlak menší, jsou bradavice více hyperkeratoticko-verukózní a pokrývají kožní povrch [8].

Léčba:

- Keratolytika: náplasti s kyselinou salycilovou, laky s kyselinou mléčnou a salycilovou apod.. A po naleptání nekrvavá kyretáž lékařem (abraze sterilní ostrou lžičkou nebo kyretou, taktéž lze v této fázi použít na spodinu kaustiku kyselinu mravenčí nebo dusičnou), tento postup je potřeba provádět opakovaně. Lze doporučit pozvolné leptání lapisem (argentnitrátovou tyčinkou), sněžením CO₂ nebo tekutým dusíkem, dále exkochleací ostrou lžičkou v kelénovém znecitlivění s následnou elektrokauterizací spodiny [3,8].
- Kryoterapie tekutým dusíkem, laseroterapie, fotodynamická terapie mají četnost recidiv do 20 - 95%. V žádném případě není vhodná operativní intervence, poněvadž vždy vzniklá jizva, která může působit větší obtíže než bradavice. Všechny tyto výkony patří do kompetence odborného lékaře [3,8].

3 HOJENÍ RAN

Hojení ran je základní biologický proces, který se odehrává v lidském těle. Při tomto procesu dochází k obnovení porušené struktury a funkce kůže. Zahrnuje komplex interakcí mezi různými typy buněk, stimulovaných zánětlivými mediátory, růstovými faktory, enzymy, cytokiny, případně dalšími látkami. Začíná srážením krve, pokračuje katabolickými pochody, které ránu čistí od odumřelé tkáně, cizích těles a choroboplodných zárodků a končí výstavbou nové tkáně vyplňující defekt. Časem se přeměňující v odolnou jizevnatou tkáň. Tyto kaskádovitě probíhající děje vyžadují od organismu velkou reparační schopnost místní i celkovou reakcí, která je ovlivněna řadou endogenních a exogenních faktorů. Je dosažen prostřednictvím čtyř vysoce a přesně naprogramovaných fází: hemostáza, zánět, proliferace a přestavba. Pro úspěšné hojení ran musí být dosaženo všech čtyř fází ve správném pořadí a časovém rámci. Je mnoho faktorů, které mohou ovlivnit jednu nebo více fází tohoto procesu, což způsobuje zhoršení nebo nesprávné hojení ran. Každá z těchto fází je charakterizována odlišnými buněčnými a biochemickými pochody, probíhající v určitém časovém sledu. Mezi faktory, které ovlivňují hojení ran patří: okysličení, infekce, stres, cukrovka, obezita, léky, alkohol, kouření a výživa. Může být také nepříznivě ovlivněno četnými lokálními faktory a celkovým stavem organismu. Pro snížení vlivu těchto faktorů může člověk pomocí terapií zlepšit proces hojení ran [15-18].

4 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ HOJENÍ RAN

4.1 Systémové faktory

- **Věk pacienta**

Stáří nemocného je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících průběh hojení ran. Je všeobecně známo, že fyziologické stárnutí zpomaluje proces hojení, tlumí aktivitu a reprodukci všech tělesných buněk, což se projevuje i v průběhu hojení ran. Nastává snížení všech fyziologických pochodů a buněčné reprodukce.

- **Přidružená onemocnění**

Mnozí pacienti, zvláště vyšší věkové kategorie, trpí velmi často dalšími, převážně chronickými chorobami, které se negativně podílí na hojení. Mnoho nemocných s bércovými vředy, zvláště osoby staršího věku, trpí současně dalšími chorobami. Patří k nim zcela určitě ischemická choroba srdeční, hypertenze, respirační onemocnění, diabetes mellitus a další onemocnění, která ovlivňují imunitní systém. Hodně těchto onemocnění snižuje tkáňovou perfúzi a je příčinou metabolického rozvratu organismu a kumulace negativních účinků. Snižující chuť k jídlu, navozují úzkostné stavy a bývají důvodem nadměrného užívání léků [17,18].

- **Léky**

Mnohá farmaka, přestože příznivě působí na léčené onemocnění, ale mohou mít nepříznivý vliv na hojení ran. Na nepříznivé hojení ran mají vliv cytostatika, imunosupresiva, cytotoxické látky, glukokortikoidy, léky s protizánětlivým účinkem a antikoagulantia.

- **Imunita**

Snížená obranyschopnost jedince se negativně podílí na všech pochodech organismu. Jedinci se sníženou imunitou jsou více náchylní k infekcím bakteriálního, virového i plísňového původu. Přidružená infekce rány může nepříznivě ovlivnit jejich hojení [17-19].

- **Spánek**

Nedostatek spánku a odpočinku v nočních hodinách působí inhibičně na hojení ran. Určitý klidový režim vyžaduje zejména rány lokalizované nad klouby, u kterých při odpočinku nepůsobí žádný fyzikální stres daný pohybem.

- **Návyky**

Mezi látky, které ovlivňují hojení ran, patří zneužívání alkoholu, drog a nikotinu. Tyto látky mají nežádoucí vliv na hojení ran.

- **Centrální hypoxie**

Postižení centrálního nervového systému (např. při centrální mozkové příhodě, tumorech atd.). Je většinou spojeno s navozením hypoxického stavu a se sníženou pohyblivostí postiženého. Tato skutečnost nepříznivě ovlivňuje hojivý proces ran [17,18,20].

4.2 Místní faktory

- **Porucha hemodynamiky**

Negativně se projevuje v hojení ran. Porucha krevního zásobení je spojena se sníženou perfúzí kyslíku a ostatních nutričních látek potřebných ke tkáňové reprodukci. Obtížně bude hojení probíhat u ulcerace vzniklé na podkladě arteriálního uzávěru, stejně obtížně se bude hojit ulcerace posttrombotická bez zevní komprese postiženého.

- **Hloubka rány**

Rána hluboká bude potřebovat k vytvoření vaskularizované granulační tkáně více času než rána povrchová. Navíc mohou být u hlubokých ran rozsáhlým způsobem zasaženy tkáně podkožních svalů, šlachy kloubního pouzdra, kostí apod..

- **Spodina rány**

Pevné lpící nekrózy, krevní sraženiny, fibrinové nálety a povlaky, které brzdí fázový průběh hojení – mají nepříznivý vliv na hojení rány, stejně jako nadměrná sekrece [17,18,45].

- **Mikrobiální infekce**

Při hodnocení mikrobiálních komponentů rány je třeba si uvědomit, že každá rána i tzv. aseptická rána, je osídlena mikroby. Přítomnost bakterií v ráně nemusí znamenat infekci, nýbrž pouze kontaminaci. Známe některé typy patogenů, především Gram negativní bakterie inhibující hojící proces, dráždí nervová zakončení a jsou příčinou bolesti rány. Na většině chronických ran nacházíme smíšenou mikroflóru patogenů nebo podmíněných patogenů. Mezi nejčastější patogeny chronických ran patří: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* a *Bacteroides species*.

- **Teplota rány**

Hojí se nejlépe při normální tělesné teplotě, kdy je zachována mitotická aktivita buněk. Při vysoké tělesné teplotě dochází k poškození tkání, stejně tak, je-li teplota rány snížena o pouhé 2°C (např. studené obklady), tím se hojení zpomalí.

- **Kvalita ošetření**

Klinická péče, interdisciplinární péče, standardní péče, hospitalizační léčba, ambulantní léčba, následná péče, rodinná péče; z uvedených poznatků je patrné, že fázový průběh hojení u bércových vředů není vždy ideální, protože ve všech stádiích hojení se mohou objevit abnormity lokálního a celkového charakteru. Kvalita ošetřování ran je závislá na vědomostech ošetřujícího o hojení ran, především o jejich fázovém hojení, ještě na znalostech účinku prostředku, jenž se k místní léčbě používá, na jejich vhodném výběru a na způsobu ošetření. Poruchy hojení se mohou vyznačovat stagnací čisticí fáze, zpomalením granulace, komplikacemi přidruženou infekcí mikrobiální, virovou, plísňovou nebo nedostatečnou epitelizací, tvorbou hypertrofických jizev apod.. Na těchto základních principech je založeno veškeré „wound management“ (ošetření ran) [17,18,45].

5 POLYMERY V MEDICÍNĚ

Pokrok v oblasti lékařské vědy vytvořil množství znalostí a vydláždil tak cestu pro vývoj samostatného odvětví speciálně věnovaného hojení ran. Vývoj v oblasti léčby a hojení ran prošel velkou revolucí. V poslední době jsou velkým přínosem v oblasti léčení ran zejména vlhké obvazy s využitím přírodních polymerů, kožních štěpů, růstových faktorů apod.. Mezi tyto polymery patří kromě biopolymerů i syntetické polymery, jako jsou: silikonové pryže (SR), polyethylen (PE), polypropylen (PP), polytetrafluorethylen (PTFE), polymethylmetakrylát (PMMA), polyestery, polyanhydridy, polyorthoestery, polykarbonáty, polyphosphoestery, polydimethylsiloxan (PDMS), polyfosfazeny, polyesteramidy, polyakrylamid, polyakrylové kyseliny. Dále to jsou i více polární materiály, jako jsou polyvinylchlorid (PVC), polyethylentereftalát (PET), polyethylenglykol (PEG), polyactive- polyethylen oxid/polybutylentereftalát (PEO/PBT) kopolymer, dextran, chitosan, mléčné a glykolové kyseliny (PLGA), silony nebo ve vodě bobtnající polyhydroxyethylmetakrylát (PHEMA). Zvláštní pozornost je věnována využití polymerů pro cílenou distribuci léčiv v systémech s prodlouženým uvolňováním nebo s cílenou biodistribucí aktivních složek. Některé z nich jsou hydrolyticky nestabilní a podléhají degradaci v těle, zatímco jiné mohou zůstat v podstatě beze změny po celou dobu života pacienta [15,21-22].

5.1 Některé biomateriály

Materiály, které jsou určeny ke kontaktu s biologickými systémy, se běžně nazývají biomateriály. Zahrnují aspekty lékařství, biologie, chemie a vědy o materiálech [24]. Mezi biomateriály patří kovy, keramika, polymery a přírodní polymery. Někdy se dvě různé třídy materiálů spojí dohromady a vytvoří kompozitní materiál. Rozmanitostí a sofistikovaností materiálů používaných v lékařství a v biotechnologiích je svědectvím o významném vědeckém a technickém pokroku, ke kterému došlo během posledních 50 let. Lékaři, vědci a inženýři uznali nejen potřebu kontrolovat složení, čistotu a fyzikální vlastnosti materiálů, ale potřebu vyrábět nové materiály s novými a specifickými vlastnostmi. Nové materiály jsou navrhovány pro speciální lékařské použití, jako jsou biologicky odbouratelné polymery a bioaktivní keramika [23-24].

- **Polymery**

Mnoho typů polymerů je široce využíváno v biomedicínských aplikacích např. ortopedii, zubních a měkkých tkání, auto-kardiovaskulárních implantátů atd.. Představují největší třídu biomateriálů. Polymery mohou být odvozeny od přírodních zdrojů nebo ze syntetických organických procesů. Široká škála přírodních polymerů se týká oblasti zahrnující rostlinné materiály, jako jsou celulóza, alginát sodný, přírodní kaučuky nebo materiály živočišného původu, jako je např. kolagen, heparin, kyselina hyaluronová a další přírodní materiály, jako je deoxyribonukleová kyselina (DNA) tvořící genetický materiál ve všech živých tvorech [24].

- **Keramika**

Keramika hraje stále důležitou roli v implantátech, i když se používala v Evropě více než čtvrt století. V relativně nedávné době FDA schválila první keramický materiál pro keramická ložiska kyčelního implantátu, který může být použit v totální náhradě kyčelního kloubu. Hlavním důvodem pro zavedení této alternativní dosedací plochy je zlepšení odolnosti proti opotřebení ve styku s kovy, nebo polymerními plochami. Tyto a další vlastnosti, jako je odolnost vůči oxidaci, vysoká tuhost, nižší tření, malá velikost zrna a velká hustota, jsou dva hlavní parametry, které určují mechanické vlastnosti keramiky. Velikost zrna řídí velikost vnitřního pnutí vyrobeného tepelným smršťováním během chlazení [24].

5.1.1 Přírodní polymery

Přírodní makromolekulární látky se od syntetických polymerů liší především stavbou polymerního řetězce a složitější strukturou molekul.

Mezi biopolymery patří:

- a) polysacharidy (škrob, celulóza), jejichž stavebními jednotkami jsou jednoduché sacharidy – monosacharidy
- b) bílkoviny (proteiny) – jejich stavebními jednotkami jsou aminokyseliny
- c) nukleové kyseliny – jejich stavebními jednotkami jsou nukleotidy
- d) polyterpeny (přírodní kaučuk) – jejich stavebními jednotkami je isopren

Byla úspěšně vyvinuta řada přírodních polymerů založených na unikátních vlastnostech přirozeně se vyskytujících polymerů a jejich chemicky modifikovaných derivátů [23].

5.1.2 Polysacharidy

Komplexní sacharidové zbytky mono- nebo di-sacharidových jednotek jsou propojeny glykosidickými vazbami. Tvorba polysacharidů je výsledkem intermolekulární dehydratace mezi kruhovými strukturami disacharidů. Běžně máme polysacharidy s heterogenní povahou, která je závislá na přítomnosti monosacharidů v opakované struktuře polysacharidových makromolekul, které mají za následek odlišné vlastnosti polysacharidů. Máme dva typy polysacharidů:

- Homo-polysacharidy (přítomnost jednoho monosacharidu ve struktuře)
- Hetero-polysacharidy (přítomnost dvou a více typů monosacharidů ve struktuře).

5.1.3 Polypeptidy

Více než 10 aminokyselin je spojených peptidovou vazbou, která není složená do její sekundární struktury. Jsou označovány jako polypeptidy a mají jeden nebo více kombinujících polypeptidových řetězců za vzniku proteinů. Aminokyseliny jsou základním stavebním kamenem různých makromolekul, jako jsou hormony, proteinové enzymy a tělesné tkáně.

5.1.4 Polynukleotidy

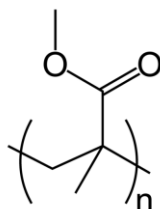
Polynukleotidy jsou přirozeně přítomné ve všech živých organismech. Jsou to lineární biopolymery, které se skládají z velkého počtu nukleotidových monomerů (více než 13), kovalentně zesíťovaných fosfodiesterovými vazbami mezi atomy C'3 a C'5. Patří sem deoxyribonukleová kyselina (DNA) a ribonukleová kyselina (RNA). DNA se skládá ze dvou spirálovitých polynukleotidových řetězců, zatím co RNA je jediná struktura řetězce [47].

5.1.5 Syntetické polymery

Zatímco přírodní polymery jsou produkovány živými organismy, syntetické polymery jsou vyrobeny člověkem. Každodenně jsme obklopeni řadou syntetických polymerů. Jsou to materiály, které běžně nazýváme plasty a pryže. Patří mezi ně takové všední a levné položky, jako polyethylenové potravinářské pytle, polyethylentereftalátové lahve s vodou apod.. Výrobci dále zavádějí nové třídy polymerů a rozšiřuje se stále nabídka hotových výrobků, ve kterých jsou použity. Množství syntetických materiálů bylo zkoumáno jako mikročásti-

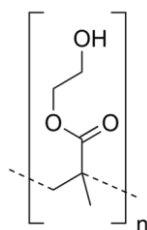
ce. Např. polyakrylamidové mikročástice byly připraveny před téměř třemi desítkami let. Jejich distribuce a eliminace byly rozsáhle studovány na hlodavcích především pro aplikaci podávání léků [23]. Mezi syntetické polymery patří: polyethylen (PE), polypropylen (PP), teflon (PTFE), polystyren (PS), polyethyltereftalát (PET), polyamidy, polyisobutylem apod..

Polymethylmetakrylát (PMMA): je transparentní, amorfni a skelný při pokojové teplotě. U nás známý pod označením plexisklo nebo akrylátové sklo. PMMA je hlavní složkou kostního cementu pro ortopedické implantáty. Kromě houževnatosti a stability, má vynikající propustnost světla, což ho dělá materiálem vhodným pro nitrooční čočky (IOL) a tvrdé kontaktní čočky [22].



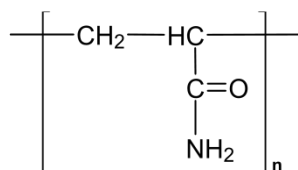
Obrázek 8 – PMMA [32].

Polyhydroxyethylmethacrylate (PHEMA): je polymer, který vytváří ve vodě hydrogel. Je transparentní a pro své mechanické vlastnosti se využívá pro výrobu kontaktních čoček a také při léčbě ran [22].



Obrázek 9 – pHEMA [32].

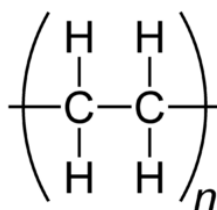
Polyakrylamid (PAD): je polymer (-CH₂CHCONH₂-) tvořený z polyakrylových podjednotek. Je dalším medicínským hydrogelem, který se používá v oblasti biomedicínské separace (izolace) nebo při elektroforózy nukleových kyselin. Mechanické vlastnosti a stupeň bobtnání lze ovládat zesítním s methylen-bis-akrylamidem (MBA). Není toxický, ale může obsahovat zbytky nepolymerovaného akrylátu, který působí jako neurotoxin [22].



Obrázek 10 – Polyacrylamid [32].

Polyakrylové kyseliny (PAA): se používají pro dentální cement nejčastěji v tzv. skloionomerech. Dentální cement je široce využíván v různých klinických aplikacích od počátku 20. století. Používá se jako výplňový materiál, ochranné vložky, fixační materiál pro korunky a můstky, ortopedické aparáty, pro kořenové kanálky atd. [26]. Polyakrylové kyseliny jsou zde obvykle přítomny ve směsi s anorganickými solemi, kdy kationt interaguje s karboxylovými skupinami za vzniku vzájemné vazby. Také se používají v kovalentně zešíťované vazbě jako mukoadhezivní přísada do slizničních forem léčiv. Mohou být začleněny v malém množství do materiálů pro výrobu kontaktních čoček ke zvýšení smáčivosti [22].

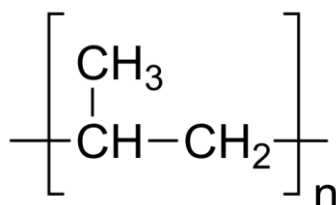
Polyethylen (PE): je termoplast, který vzniká polymerací ethylenu. Používá se v medicínských aplikacích v jeho vysokomolekulárních formách, protože jeho nízkomolekulární formy neodolávají dokonalé sterilizační teplotě. Používá se ve formě trubiček, katétrů, pro výrobu acetabulárních komponentů v kyčelních a jiných protetických náhradách. Tento materiál má dobrou houževnatost a odolnost proti opotřebení a je také odolný vůči absorpci lipidů. Při radiální sterilizaci v inertní atmosféře může dojít ke kovalentnímu zesítnění, která PE posilují [22].



Obrázek 11 – PE [32].

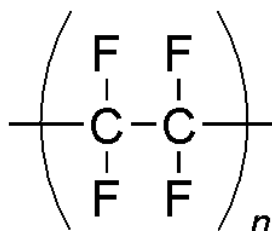
Polypropylen (PP): je isotaktický krystalický polymer s vysokou pevností, dobrou chemickou odolností a dobrou pevností v tahu. PP má rovněž významné zastoupení v textilním průmyslu ve formě vláken. Zlepšením savosti materiálu byly rozšířeny původní oblasti použití, mezi něž patří technické textilie, geotextilie, kobercové primární doprovodné tkaniny, netkané textilie. Používá se pro výrobu chirurgických nití. Další aplikace PP je

v obalových materiálech, kde je široce používán jako hydrofóbní vnější obal. Při výrobě lahví PP nahrazuje sklo, protože má vyšší odolnost proti nárazu a nižší náklady na výrobu [22,27-28].



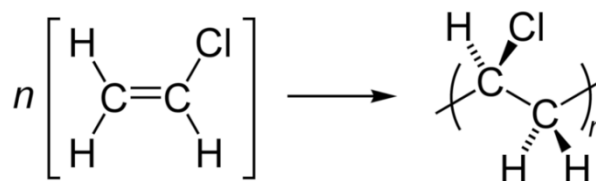
Obrázek 12 – PP [32].

Polytetrafluorethylen (PTFE): je známí jako teflon. Má podobnou strukturu jako PE, kromě toho, že čtyři atomy vodíku v monomeru PE jsou nahrazeny fluorem. PTFE má velmi vysokou teplotu tání ($T_m = 327^{\circ}\text{C}$) a je proto obtížně zpracovatelný. Je hodně hydrofóbní, má vynikající kluzné vlastnosti a používá se na výrobu katétrů. V mikroporézní formě ho známe jako e-PTFE (nejčastěji jako komerční produkt Gore-Tex). Dr. John Charnley zvolil PTFE jako první acetabulární komponenty pro kyčelní kloub, ale to se nakonec ukázalo jako nevhodné, kvůli nízké odolnosti proti opotřebení a nedostatečné biokompatibilitě [22].



Obrázek 13 – PTFE [32].

Polyvinylchlorid (PVC): je třetí nepoužívanějším plastem na zemi hned po PE a PP. Používá se pro výrobu pytlů, hadiček a krevních skladovacích nádob. Flexibilní obaly, jehlových rozbočovačů, klystýrových trubiček, pružných trubiček pro odběr krve, katétrů, endotracheálních trubic, bypass souprav srdce/plíce atd.). Tuhé PVC se používá pro výrobu trubek a profilů. Typické použití PVC zahrnuje také trubičky pro krevní transfuze a dialýzu. Čistý PVC je tvrdý, křehký materiál, který s přidáním změkčovadel může být pružný a měkký. Může představovat problémy při dlouhodobém používání, protože změkčovadla mohou pronikat do těla, i když mají nízkou toxicitu. Doporučuje se kalandrování, vytlačování a plastisolové aplikace [22,29-30].

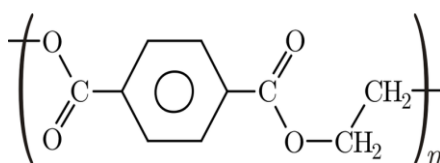


Obrázek 14 – PVC [32].

Kaučuk: v medicínské aplikaci se uplatňují kaučuky přírodní, silikonové i polyuretanové. Jsou považovány za významné biomateriály. Používají se k výrobě různých zdravotnických pomůcek, dále jako prsní protézy, umělá kůže, katétry, zubní protézy a vložky, membrány, těsnění apod.. Používají se taky jako nosiče pro řízené doručování léčiv. Tyto polymery byly rovněž použity pro uvolňování hormonů (např. estradiol a progesteron), metronidazol, nanoxylon-9 apod.. Biokompatibilita, biodurabilita, zpracovatelnost a dobré mechanické vlastnosti, jako je pružnost a odolnost, to jsou vlastnosti, které dělají tyto druhy pryží vhodným kandidátem pro lékařské účely [31].

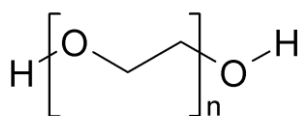
Poly (dimethyl siloxany) (PDMS) nebo silikonové pryže (SR): jsou velmi rozšířené polymery, jejichž použití je často omezeno relativně špatnou mechanickou pevností. Protože se jedná o biokompatibilní materiály, jsou i přes horší mechanickou pevnost vhodné pro implantáty a náhrady v těle. Díky své vynikající pružnosti a stabilitě jsou SR používány v různých protézách, jako jsou klouby prstů, srdeční chlopně, prsní implantáty, izolace vodičů kardiostimulátorů, katétry, náhrady při rekonstrukcích apod.. Také používán v membránových oxygenátorech díky své vysoké propustnosti kyslíku [22].

Polyethyltereftalátu (PET): je polymer, který obsahuje pevné aromatické kruhy v hlavním řetězci polymeru. Vyznačuje se vysokou teplotou tání ($T_m = 267^{\circ}\text{C}$). Může se vyskytovat v amorfnní formě anebo polykrystalický. Vyznačuje se vysokou pevností v tahu. Může být vyroben v podobě pletené textilie, veluru nebo tkáňové textilie či tkáňové trubice, a také jako netkaná plst'. Dalším použitím PET tkanin je fixace implantátů a kýly. Mohou být také např. použity na rekonstrukci vazů nebo jako ztužující tkaniny pro rekonstrukci měkkých tkání [22].



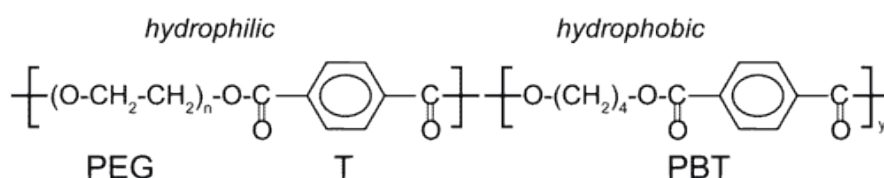
Obrázek 15 – PET [32].

Polyethylenglykol (PEG): chemicky inertní a netoxický polymer tvořený dvouuhlíkovými jednotkami spojenými etherovými vazbami (-CH₂-CH₂-O-), je rozpustný ve vodě i v organických rozpouštědlech. Patří mezi látky s velkým významem v chemii (emulgátor v potravinářství či kosmetice, bývá obsažen v zubních pastách) a zejména ve farmacii. Ve farmacii se často používá při aplikaci léků jako konjugát s nízkou rozpustností a při aplikaci léků s imunogenními nebo poměrně nestabilními proteinovými látkami. Používá se rovněž jako antifosfolipidový konjugát pro zvýšení stability a doby oběhu liposomu obsaženém v léčivu. V obou případech použití slouží k uschování cirkulujícího léku v systému s imunitním rozpoznáváním, zejména v játrech [22].



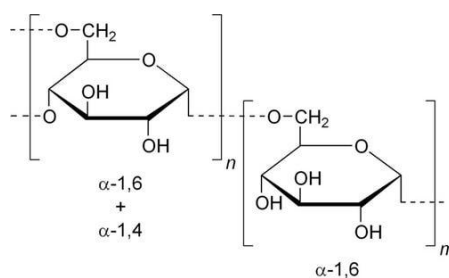
Obrázek 16 – PEG [32].

Polyactive: je blokový kopolymer složený z polyethylenoxidu (PEO) tvořícího měkký segment a z polybutyltereftalátu (PBT) jako tvrdého segmentu. Je to tedy elastomerní a biologicky odbouratelný polymerní materiál. Patří tedy mezi biodegradabilní materiály, které se používají v řadě aplikací (např. nosiče léků, při rekonstrukci kostí (kostní štěp), membránách apod.) [33-34].



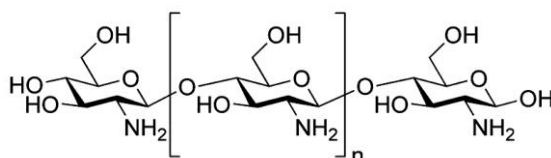
Obrázek 17 – Polyactive [32].

Dextran: je stabilní vůči teplu a skladování, rozpustný ve vodě a hořlavý. Je to složitý, rozvětvený glukan složený z řetězců různých délek (3 - 2000 kilodaltonů). Používá se v lékařství jako antitrombotikum ke snížení viskozity, nebo ke zvýšení objemu krve při léčbě anémie. Je také obsažen v zubním plaku. Používá se pro náhradu krevní plazmy, v lacích a potravinářských přídatných látkách a v cukrářství. Dextran je silně hydrofilní materiál a rychle absorbuje. Nejvýznamnějšími nežádoucími účinky dextranu při léčbě kožních onemocnění je jeho příliš velká tendence k dehydrataci základu vředu, což v některých případech zpomaluje nebo zastavuje léčbu [35-36].



Obrázek 18 – Dextran [32].

Chitosan: je velmi používaný polymer pro biomedicínské aplikace a to především pro jeho biologickou kompatibilitu, rozložitelnost a nízkou toxicitu. Je používán pro speciální aplikace, jako jsou obvazy a šicí nitě. Dále se používá pro textilní povrchy, umělé kůže a pro řízené uvolňování chutí, léčiv a pesticidů. Je vyroben deacetylací chitinu působením vodného roztoku 40 - 50% hydroxidu sodného při 110 - 115⁰C po dobu několika hodin. Chitosanové hydrogely mohou být v podobě zapletené sítě, iontového komplexu nebo v kovalentním zesílení. V současné době je chitosan schválený FDA jako biomateriál pro lokální použití v hojení ran [1,22].



Obrázek 19 – Chitosan [32].

5.2 Vybrané pojmy a rozdělení v oblasti medicínských polymerů

5.2.1 Elastomery

Polymery, které jsou chemicky zesíťované vulkanizačním procesem. Při působení vysoké teploty se neroztaví, ale začnou se rozkládat. Jsou to většinou pružné syntetické materiály tuhnoucí chemicky a to polyadici nebo polykondenzací. Mají objemovou stabilitu a vysokou úroveň pružné deformace. Vyráběny jsou (silikony, polysulfidy a polyétery), liší se chemicky, ale neliší se tak moc vlastnostmi a použitím.

5.2.2 Termoplasty

Plasty, které jsou při vyšších teplotách plastické, tvarovatelné, tekuté a po ochlazení se stávají pevnými. Termoplasty patří k dobře zpracovatelným materiálům, protože se snadno

odlévají a lisují. Běžné jsou polyethylen, polyester, polystyren, polymethylmethakrylát (plexisklo), polyvinylchlorid (PVC) či polyamid (např. nylon, silon).

5.2.3 Reaktoplasty

Zesíťované polymery, které vytvářejí prostorovou trojrozměrnou síť. Husté příčně zesíťované polymery označujeme jako vytvrzené. Reaktoplast je hmota, která lze teplem, zářením nebo působením katalýzy vytvrdit. Mezi ně patří: epoxidové pryskyřice, fenolytické pryskyřice, kaučuk, pryže, olejovzdorné kaučuky, styrenový kaučuk, apod..

5.2.4 Blokované kopolymery

Kopolymery rovněž nacházejí své místo mezi biomedicínskými materiály. Mezi blokované kopolymery patří polyuretany obsahující tvrdé a měkké bloky. Tvrdé bloky slouží jako skelné nebo semikrystalické posílení kopolymeru. Měkké bloky dodávají materiálu elastický charakter. Existují blokované kopolymery, které mohou být užitečné pro biomedicínské aplikace a řízené uvolňování léčiv. PEO/PLLA multiblok kopolymeru byl např. použit jako materiál pro hojení ran [22,45].

5.2.5 Biodegradabilní polymery

Biodegradabilní polymery dělíme na syntetické, jako jsou polyestery, polyanhydridy, polyorthoestery, polykarbonáty, polyphosphoestery, polyphosphazeny, polyesteramidy, polyakrylkyanoakryláty apod.. Jsou zde zastoupeny materiály, běžně používané v chirurgii, ortopedii a lékárnách. Zvláštní pozornost je věnována jejich využití v systémech s prodlouženým uvolňováním nebo s cílenou biodistribucí aktivních složek [21-31].

6 POLYMERY V LÉČBĚ RAN

Léčba chronických ran za posledních 30 let zaznamenala prudký rozvoj prostředků k jejich ošetření. Postupem času byla vyvinuta řada produktů určených k lokální léčbě ran všech druhů. Hojení chronických ran je složitý biologický proces interakcí mezi epidermálními buňkami, dermálními buňkami a extracelulární matrix, který je koordinován cytokiny a růstovými faktory. Probíhá ve třech vzájemně se překrývajících fázích – zánětlivé, proliferanční a remodelační, jejichž výsledkem je epitelizace nově vytvořené vaskularizované granulační tkáně. Určení fáze hojení chronické rány, zhodnocení spodiny a intenzity sekrece, je základní podmínkou správného výběru prostředků k zevnímu ošetření. V poslední době se rozšiřuje rovněž léčba pomocí kmenových buněk. Kmenové buňky jsou ideálním mobilním zdrojem pro tkáňové inženýrství a regenerativní medicínu, protože je lze snadno izolovat, rozšiřovat, diferencovat a transplantovat. Pro léčbu lidskými embryonálními kmenovými buňkami k prostorovému rozložení kmenových buněk nutné biomateriály, které mají zaručit, aby dorazily do určité oblasti v těle [18,37-38].

Pro léčbu ran používáme mimo jiné oplachové roztoky, mezi které řadíme gel pro dekontaminaci ran a zvlhčení nebo roztok pro dekontaminaci chronických rán.

Pro prevenci chronických ran se používají ochranné filmy a krémy. Můžeme mezi ně zařadit ochranný krém proti maceracím a přípravek pro léčbu dekubitů.

Pro léčbu chronických ran může být použito také vlhké krytí, používané buď na:

1. Infikované rány, na které používáme např.: obvazy se stříbrem, obvazy s aktivním uhlím, obvazy s alginátem a ionty stříbra nebo alginátové pasty se stříbrem atd.
2. Neinfekční rány, které dělíme na:
 - Fibrinózní až granulující tkáně, na které používáme např. neadhezivní pěnové krytí, hydrocelulární obvaz atd..
 - Granulující až epitelizující rány, na které používáme: hydrokoloidní průhledné krytí, polyuretanové krycí filmy, vícevrstvé obvazy, vícevrstvé absorpční krytí s okrajem atd..
 - Nekrotické až fibrinózní rány, na které používáme: superabsorpční neadhezivní krytí, gelové amorfnní krytí, alginátové krytí atd. [39].

Polymery v léčbě ran rozdělujeme podle aplikace na postižené místo. Patří tam obvazy, masti, filmy, hydrogely apod..

6.1.1 Hydrogely

Hydrogely a hydrogelové krytí se úspěšně používají k léčbě mnoha typů ran. Hydrogelové materiály byly jedním z prvních produktů, pomocí nichž se původní praxe o ránu v suchém prostředí změnila na moderní terapii vlhkého hojení ran. Hydrogel je síť polymerních řetězců, které jsou ve vodě nerozpustné. Jsou superabsorbentem (mohou obsahovat více než 95% vody). Mají určitou míru flexibility, která je velice podobná přirozené tkáni, což je způsobeno právě jejich značným obsahem vody. Mají schopnost zavodnit organismus po ztrátě tekutin a absorbují sekret erudující rány. Jsou vyráběny ve formě kompaktní a amorfni. Kompaktní mají okluzivní účinek a ihned po přiložení na ránu vytvoří vlhké klima vhodné pro hojení ran. Hydrogely jsou transparentní a díky tomu umožňují monitorovat ránu, aniž by byl z rány sundán. Jsou s ohledem na nově se tvořící tkáň šetrné. Mezi kompaktní hydrogely patří např. hydrosorb, Suprasorb G, Aqauflo a další. Amorfni se používají k zavodnění ran po ztrátě tekutin s povlakem a k rozvolnění nekrotické tkáně. Gel aplikovaný na ránu se změní na vodný roztok, díky kterému nekróza po několika dnech změkne a snadno se odloučí. Je nutno je používat se suchým krytím, nejlépe s průhledným filmem. Mají zklidňující účinky a snižují bolest rány [18,39,41].

6.1.2 Krytí

Správně zvolený krycí materiál by měl co nejlépe nahrazovat funkci neporušené kůže. Chrání organismus před mechanickými vlivy a vstupem infekce, upravuje míru exsudátu, udržuje optimální vlhké prostředí (rána nevysychá ani nemaceruje) a obecně podporuje probíhající procesy hojení. Patří sem tradiční a gázové krytí, antiseptická krytí, hydrokoloidy, polyuretany, algináty atd..

- **Polyuretanové krytí s hydrogelem**

Kombinuje nejlepší vlastnosti vlhkého krytí a polyuretanové pěny při léčbě kožního onemocnění. Rána je aktivně hydratována, přičemž vytváří příznivé prostředí pro další hojení. Zároveň účinně absorbuje exsudát a uzavírá ho uvnitř materiálu. Zabraňuje tak vzniku ma-

cerací. Povrch krytí je tvořen z tenkého polyuretanového filmu, který zabraňuje sekundárním infekcím a zároveň může rána pod krytím volně dýchat [40].

- **Hydrokoloidní krytí**

Nejstarší obvaz nové generace, který vytváří vlhké prostředí. Venkovní vrstvu tvoří pěna, která je složena z polyuretanové hmoty a je pro vodu nepropustná. Vnitřní vrstva obsahuje hydrokoloidní polymerový komplex želatiny, pektinu a karboxymethylcelulózy. Hydrokoloidní částice reagují se sekretem rány a vzniká tak gelová hmota. Gelová hmota zajišťuje příznivé klima pro hojení ran s vlhkostí kolem 90%. Vyčerpáním absorpční kapacity dochází k tvorbě puchýřků v centru [18].

- **Čisté krytí**

Savý polštářek aktivovaný Ringerovým roztokem. Jeho jádro tvoří superabsorpční polyakrylát, který má vyšší afinitu k exsudátu s obsahem bílkovin než k Ringerovu roztoku s obsahem iontů soli. Po aplikaci Ringerova roztoku je postupně uvolňován do rány. Exsudát, choroboplodné zárodky a toxiny jsou absorbovány a uzamčeny v absorpčním savém jádře. Tento patentovaný mechanismus je bezkonkurenčním prostředkem pro čištění zejména infikovaných, povleklých, silně secernujících, nekrotických a komplikovaných ran [40].

- **Moderní hydrogelové krytí**

Trojdimenziální struktura sestávající především z polymerů nebo kopolymerů s vysokým obsahem vody. Patří mezi hydrofilní prostředky, které jsou na jedné straně schopny dehydratovat suchou tkáň a na druhou stranu absorbovat sekret exsudujících ran. Pro tento dvojitý účinek jsou indikovány na rány se suchou spodinou i na rány silně mokvajících [40].

6.1.3 Obvazy

- **Obvazy s alginátem a ionty stříbra**

Jejich složení obsahuje tenkou vrstvu alginátu se stříbrem. Obvazy jsou měkké a poddajné. Dobře uzpůsobené pro léčbu hlubokých a obtížně přístupných ran. Má se používat společ-

ně s absorpčním sekundárním krytím. Používají se k léčbě bércových vředů, diabetických vředů, popálenin 2. stupně apod..

- **Obvazy s aktivním uhlím**

Jsou to sterilní obvazy, které se používají k pohlcování zápachu z rány. Především se používají u dekubitů, infikovaných a páchnoucích ran, málo či středně secernujících ran apod. [39].

- **Hydroaktivní mastný tyl**

Polopropustný neadhezivní obvaz. Toto strukturální uspořádání umožňuje absorpci velkého množství exsudátu, který současně chrání ránu před vyschnutím. Účinek hydroaktivních obvazů je však selektivní, neboť ze sektoru rány absorbují vodu, bakterie a odumřelé buňky, zatímco nutriční látky – bílkoviny a vitamíny – v ráně ponechávají. Na rozdíl od hydrokoloidů se nevytvoří pod obvazem gelová hmota, ale ve shodě s koloidy dojde ke snížení pH v ráně, které brání množení mikrobů. Hydroaktivní krytí chrání ránu před vysušením a jinými zevními vlivy, stimulující granulaci a epitelizaci. Je vhodný zejména pro podporu granulace a epitelizaci u chronických ran, které vyžadují dodatečnou hydrataci. Rozměry jednotlivých ok zajišťují volný průchod exsudátu z rány a rovněž zabraňují přilnutí krytí k ráně. Mastná impregnace ošetřuje i okraje rány. Udržuje okraje poddajné, měkké a pomáhá tak předejít maceraci.

6.1.4 Pasty

- **Alginátová pasta se stříbrem**

Je velmi dobře tvarovatelná a obsahuje stejnou matici alginátu s ionty stříbra, jako obsahují ploché obvazové materiály např. obvazy s alginátem a ionty stříbra. Umožňuje těsnější kontakt přípravku s ránou s aktivním působením iontů stříbra s alginátem. Což je obzvláště cenné v případě obtížně léčitelných ran: popáleniny 2. stupně a diabetická noha.

6.1.5 Krytí s mastí

- **Sterilní krytí s mastí**

Sterilní hydrofóbní polyesterový tyl s drobnými oky pro moderní hojení ran. Velikost jednotlivých ok zamezuje prorůstání nově vytvořené tkáně a tím se zamezí vzniku hypergranulace.

- **Krytí s neutrální mastí**

Bavlněný tyl s velkými oky. Krytí umožňuje nejen lehký odvod exsudátu, ale i externí aplikaci léčiva přes síťovaný materiál. Je impregnován mastí, která obsahuje bílou vazelínu. Impregnace neutrální masti neutralizuje ránu. Proto je vhodná k léčbě chronických ran i u pacientů, kteří mají velmi citlivou pokožku. Mastné krytí se na ránu nelepí a díky tomu jsou převazy bezbolestné [40].

6.1.6 Filmy

Vyrobeny z kopolymerních materiálů, které byly charakterizovány strukturou, průhledností, propustností, pevností v tahu, pružností a biodegradabilitou.

ZÁVĚR

První část bakalářské práce se teoreticky věnuje problematice nejčastějších chronických i akutních kožních onemocnění, mezi něž patří: bércové vředy, opary či diabetická noha a rovněž problematice hojení ran vzniklých poraněními či působením extrémních teplot. Hojení těchto kožních problémů je ovlivňováno systémovými faktory, mezi něž patří: věk, imunita pacienta či přidružená onemocnění a faktory místními, jimž jsou např. hloubka a teplota rány, mikrobiální infekce či kvalita ošetření.

Polymery jsou velmi širokou skupinou látek, jež nachází uplatnění v medicíně obecně a také v problematice hojení kožních problémů a ran. Používány jsou jak polymery přírodní, tak syntetické. Nezbytnou vlastností polymerů v léčbě ran je jejich biokompatibilita a v některých případech rovněž biodegradabilita. Nejčastěji jsou v tomto oboru polymery uplatňovány v různých formách moderních krycích prostředků. Používají se v lokální léčbě ran konzervativním způsobem nebo i biologickým krytím. Je třeba zdůraznit, že léčba ran je jen jednou, i když významnou složkou, komplexní péče o pacienta. Moderní prostředky používané k léčbě ran mají různou konzistenci, materiálové složení a z toho resultující účinek. Jejich aplikace předpokládá znalosti o jejich účinku a rovněž o fázovém hojení ran. Volba krycích prostředků musí respektovat charakter spodiny rány, intenzitu sekrece a musí směřovat k vytvoření fyziologického prostředí, ve kterém se rozvíjejí reparační procesy. Jsou-li tyto prostředky správně používány, zkrátí dobu hojení chronické rány, sníží počet převazů a náklady s léčbou spojené. Moderní krycí prostředky k ošetřování ran se dají rozdělit podle materiálového složení a účinku několika skupin, mezi něž patří hydrokoloidní krytí, hydropolymerová či hydrogelová krytí, různé formy pěnových krytí, alginátová, absorpční krytí, atd.. Mezi jejich nejvýznamnější účinek patří především přiměřená hydratace rány. Mezi nejčastěji používané skupiny polymerních látek v krycích prostředcích patří polyuretany, silikony, methakryláty, polyethylenglykol, kyselina hylauronová atd..

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Zoebelein, Hans (2001). Dictionary of Renewable Resources (2nd, Revised and Enlarged Edition). John Wiley & Sons. Online version available at:

<http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDRRREE02/dictionary-renewable>.

[2] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. 2., upr. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-1132-x.

[3] ZÁRUBA, František. *Dermato-venerologie*. 1. vyd. Praha: Scientia medica, 1994. ISBN 80-85526-31-x.

[4] ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. *Učebnice somatologie I. a II.* Vyd. 2. Praha: Eurolex Bohemia, 2003. Učebnice pro SZŠ a VZŠ. ISBN 80-86432-49-1.

[5] DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie: [učebnice pro zdravotnické školy a bakalářské studium]*. Vyd. 2., přeprac. a dopl. Olomouc: Epava, 2000. ISBN 80-86297-05-5.

[6] TREBEN, Maria. *Kožní choroby: prevence, diagnóza, léčba*. 1. vyd. Praha: Práce, 1993. Zdravý život s Marií Treben. ISBN 80-208-0283-5.

[7] *Léčivá moc vitaminů, bylin a minerálních látek*. Vyd. 1. Praha: Reader's Digest Výběr, 2001. ISBN 80-86196-24-0.

[8] NIEDNER, Roland a Yael ADLER. *Kožní choroby: obrazový atlas*. Vyd. 2. Praha: Triton, 2010. Edice lékařské repetitorium, sv. 3. ISBN 978-80-7387-206-9.

[9] PHILLIPS, Tania J. a Jeffrey S. DOVER. Leg ulcers. *Journal of the American Academy of Dermatology* [online]. 1991, vol. 25, issue 6, s. 965-987 [cit. 2014-04-16]. DOI: 10.1016/0190-9622(91)70295-D. Dostupné z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/019096229170295D>.

[10] MEKKES, J.R., M.A.M. LOOTS, A.C. VAN DER WAL a J.D. BOS. Causes, investigation and treatment of leg ulceration. *British Journal of Dermatology*. 2003, vol. 148, issue 3, s. 388-401. DOI: 10.1046/j.1365-2133.2003.05222.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2133.2003.05222.x>.

- [11] *Syndrom diabetické nohy: Mezinárodní konsenzus vypracovaný Mezinárodní pracovní skupinou pro syndrom diabetické nohy*. 1. vyd. Praha: Galén, 2000. ISBN 80-726-2051-7.
- [12] TOŠENOVSKÝ, Patrik a M EDMONDS. *Moderní léčba syndromu diabetické nohy*. 1. vyd. Praha: Galén, c2004. ISBN 80-7262-261-7.
- [13] *Sestra a akutní stavy od A do Z /*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-893-8.
- [14] BOUCARD, Nadège, Christophe VITON, Diane AGAY, Eliane MARI, Thierry ROGER, Yves CHANCERELLE a Alain DOMARD. The use of physical hydrogels of chitosan for skin regeneration following third-degree burns. *Biomaterials* [online]. 2007, vol. 28, issue 24, s. 3478-3488 [cit. 2014-04-16]. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2007.04.021. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142961207002803>.
- [15] SINGH, Manju Rawat, Shailendra SARAF, Amber VYAS, Vishal JAIN a Deependra SINGH. Innovative approaches in wound healing: trajectory and advances. *Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology* [online]. 2013-01-10, s. 1-11 [cit. 2013-11-17]. DOI: 10.3109/10731199.2012.716065. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/10731199.2012.716065>.
- [16] GUO, S. a L. A. DIPIETRO. Factors Affecting Wound Healing. *Journal of Dental Research* [online]. 2010-02-11, vol. 89, issue 3, s. 219-229 [cit. 2014-04-16]. DOI: 10.1177/0022034509359125. Dostupné z: <http://jdr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0022034509359125>.
- [17] *Léčba rány*. Praha: Galén, 2006. Care. ISBN 80-7262-413-x.
- [18] POSPÍŠILOVÁ, Alena a Sabina ŠVESTKOVÁ. *Léčba chronických ran*. 1. vyd. Brno: IDVPZ, 2001. ISBN 80-7013-348-1.
- [19] *Proces hojení rány* [online]. Copyright © 2011 CONTIPRO GROUP [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://www.contipro.cz/produkty/hojeni-ran/proces-hojeni-rany>
- [20] *Faktory ovlivňující léčbu rány* [online]. 10.1.2007 [cit. 2014-05-03]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/sestra-priloha/negativni-faktory-ovlivnujici-hojeni-ran-285338>

- [21] Maxa, J., & Dittrich, M. (2001). Use of synthetic biodegradable polymers in medicine. *Ceská a Slovenská Farmacie : Casopis České Farmaceutické Společnosti a Slovenské Farmaceutické Společnosti*, 50(1), 28-34. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/70679214?accountid=15518>.
- [22] Ratner, Buddy D. Hoffman, Allan S. Schoen, Frederick J. Lemons, Jack E. (2004). *Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine* (2nd Edition). Elsevier. Online version available at: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpBSAIMME2/biomaterials-science>.
- [23] AL., Edited by Buddy D. Ratner ... [et]. *Biomaterials science: an introduction to materials in medicine* [online]. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2013 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-008-0877-808.
- [24] AL., Edited by Buddy D. Ratner ... [et]. *Biomaterials science an introduction to materials in medicine* [online]. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2004 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-008-0470-368.
- [25] --, Editor: Catia Bastioli. *Handbook of biodegradable polymers* [online]. Shawbury: Rapra Technology, 2005 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-159-1249-054.
- [26] EDITORS-IN-CHIEF, I. *Comprehensive structural integrity* [online]. 1st ed. Amsterdam: Elsevier/Pergamon, 2003 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-008-0490-731.
- [27] ROUETTE, Hans-Karl a [main contributions by Andrea Lindner and Beate SCHWAGER]. *Encyclopedia of textile finishing* [online]. Berlin: Springer, 2001 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-159-1248-996.
- [28] Scott, Gerald (1999). *Polymers and the Environment*. Royal Society of Chemistry. Online version available at: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPE000011/polymers-environment>.
- [29] EDITORS IN CHIEF, By K. *Encyclopedia of materials science and technology* [online]. Amsterdam: Elsevier, 2001 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-008-0523-583.
- [30] ENGINEERS, Society of Plastics. *66th Annual Technical Conference of the Society of Plastics Engineers plastics encounter at ANTEC 2008, May 4-8, 2008, Milwaukee, Wisconsin, USA* [online]. Brookfield, Conn: The Society, 2008 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-160-1197-146.

- [31] RAHIMI, A a A MASHAK. Review on rubbers in medicine: natural, silicone and polyurethane rubbers. *Plastics, Rubber and Composites* [online]. 2013-07-01, vol. 42, issue 6, s. 223-230 [cit. 2013-11-17]. DOI: 10.1179/1743289811Y.0000000063. Dostupné z: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article>.
- [32] *Obrázky* [online]. ©2014 Google [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <https://www.google.cz>
- [33] AL], Anil Bajpai ... [et]. *Stimuli responsive drug delivery systems from introduction to application* [online]. Shawbury, UK: ISmithers, 2010 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-161-5836-512.
- [34] Beumer, G. J., van Blitterswijk, C.A., Bakker, D., & Ponec, M. (1993). A new biodegradable matrix as part of a cell seeded skin substitute for the treatment of deep skin defects: A physico-chemical characterisation. *Clinical Materials*, 14(1), 21-27. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/76307326?accountid=15518>.
- [35] Lewis, Richard J., Sr. (2002). *Hawley's Condensed Chemical Dictionary* (14th Edition). John Wiley & Sons. Online version available at: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHCCDE006/hawleys-condensed-chemical>.
- [36] Pace, W. E. (1978). Beads of a dextran polymer for the local treatment of cutaneous ulcers. *The Journal of Dermatologic Surgery and Oncology*, 4(9), 678-682. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/74184621?accountid=15518>.
- [37] HOSS, Mareike, Christian APEL, Anandhan DHANASINGH, Christoph V. SUSCHEK, Karsten HEMMRICH, Jochen SALBER, Martin ZENKE a Sabine NEUSS. Integrin $\alpha 4$ impacts on differential adhesion of preadipocytes and stem cells on synthetic polymers. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* [online]. 2013, vol. 7, issue 4, s. 312-323 [cit. 2013-11-19]. DOI: 10.1002/term.526. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/term.526>.
- [38] KOBASA, Serge, Nina J. KRISTOFIK, Andrew J. SAWYER, Alfred L.M. BOTHWELL, Themis R. KYRIAKIDES a W. Mark SALTZMAN. An electrospun scaffold integrating nucleic acid delivery for treatment of full-thickness wounds. *Biomaterials* [online]. 2013, vol. 34, issue 15, s. 3891-3901 [cit. 2013-11-17]. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2013.02.016. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142961213001853>.

- [39] *Hydrogely v léčbě ran* [online]. 17. 8. 2012, Copyright © 2003 – 2014 [cit. 2013-10-29]. Dostupné z: <http://www.zelenahvezda.cz/pacientska-sekce/p-rany/hydrogely-v-lecbe-ran>.
- [40] Jürgens, C., Porte, T., Wolter, D., Schmidt, H. G., Kricheldorf, H. R., & Kreiser-Saunders, I. (1995). Development and characterization of an absorbable temporary wound dressing]. *Der Unfallchirurg*, 98(4), 233-240. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/77292583?accountid=15518>
- [41] *Hydrogels* [online]. June 2007, Copyright © 2014 Society For Biomaterials [cit. 2013-09-28]. Dostupné z: <http://biomaterials.org/about-archives-interest/biomaterials-month>.
- [42] Li, Z., Ning, W., Wang, J., Choi, A., Lee, P., Tyagi, P., & Huang, L. (2003). Controlled gene delivery system based on thermosensitive biodegradable hydrogel. *Pharmaceutical Research*, 20(6), 884-888. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/73374766?accountid=15518>.
- [43] KLOUDA, Leda a Antonios G. MIKOS. Thermoresponsive hydrogels in biomedical applications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2008, vol. 68, issue 1, s. 34-45. DOI: 10.1016/j.ejpb.2007.02.025. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0939641107002470>.
- [44] *HARTMANN - RICO a.s.* [online]. © 2014 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.lecbarany.cz/produkty/vlhke-kryti/permafoam>.
- [45] Bae, Y. H., Huh, K. M., Kim, Y., & Park, K. (2000). Biodegradable amphiphilic multiblock copolymers and their implications for biomedical applications. *Journal of Controlled Release : Official Journal of the Controlled Release Society*, 64(1-3), 3-13. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/70870575?accountid=15518>.
- [46] EDITED BY STEFAN KASAPIS, Ian T. *Modern biopolymer science bridging the divide between fundamental treatise and industrial application* [online]. 1st ed. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2009 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-0-080-92114-3.
- [47] SRIVASTAVA, Edited by Atul Tiwari and Ravi B. *Biotechnology in biopolymers developments applications* [online]. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire: Smithers Rapra, 2012 [cit. 2014-04-10]. ISBN 978-162-1980-117.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

m	metr
ml	mililitr
WHO	světová zdravotnická organizace (World Health Organization)
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration)
ČR	Česká republika
g	gram
DNA	deoxyribonukleová kyselina
RNA	ribonukleová kyselina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Anatomie kůže. Převzato z Niedner [3].	13
Obrázek 2 – Povrchní ulkus se světle červenými granulacemi (cévnatá tkáň vznikající v rámci hojení ran) [8].	15
Obrázek 3 – Absces a hluboká léze na patě [11].	17
Obrázek 4 – Nevhodná obuv [11].	17
Obrázek 5 – Ulcerace a nekróza [11].	19
Obrázek 6 – a) Verruca plantaris na místě, které je tlakově zatížené nožní klenbou a nad hlavičkou prvního metatarsu (skupina pěti dlouhých kostí v noze) je velká hyperkeratotická bradavice s centrální prasklinou [8].	25
Obrázek 7 – b) + c) Verrucae vulgares kde je tlak menší, jsou bradavice více hyperkeratoticko-verukózní a pokrývají kožní povrch [8].	25
Obrázek 8 – PMMA [32].	34
Obrázek 9 – pHEMA [32].	34
Obrázek 10 – Polyacrylamid [32].	35
Obrázek 11 – PE [32].	35
Obrázek 12 – PP [32].	36
Obrázek 13 – PTFE [32].	36
Obrázek 14 – PVC [32].	37
Obrázek 15 – PET [32].	37
Obrázek 16 – PEG [32].	38
Obrázek 17 – Polyactive [32].	38
Obrázek 18 – Dextran [32].	39
Obrázek 19 – Chitosan [32].	39