



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**

Katedra přírodovědných oborů

**Srovnání víceúčelových roztoků pro měkké kontaktní čočky na českém trhu  
z hlediska jejich složení a vlastností**

**Comparison of Multipurpose solutions on the Czech market from the  
viewpoint of their composition and properties**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Vedoucí práce: Ing. Jiří Michálek

**Nikola Steinbrecherová**

---

**Kladno 2018**

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2017/2018

## Z a d á n í   b a k a l á ř s k é   p r á c e

Student: **Nikola Steinbrecherová**  
Obor: Optika a optometrie  
Téma: **Srovnání víceúčelových roztoků pro měkké kontaktní čočky na českém trhu z hlediska jejich složení a vlastností**  
Téma anglicky: Comparison of multipurpose solutions on the Czech market from the viewpoint of their composition and properties

### Zásady pro vypracování:

Vypracujte rešerši na téma systémů péče o kontaktní čočky. Dále zpracujte rešerši týkající se víceúčelových roztoků na našem trhu, zejména s ohledem na jednotlivé složky roztoků. Zaměřte se na zahraniční studie, které se složením víceúčelových roztoků a hodnocením jejich účinnosti zabývají. Na základě těchto rešerší postuluje cíle pro praktickou část bakalářské práce a navrhněte postupy k jejich dosažení. Proveďte srovnání vybraných víceúčelových roztoků podle výsledků proměření zvolených fyzikálně-chemických vlastností, proveďte dotazníkové šetření hodnocení roztoků uživateli, porovnejte a diskutujte všechny Vámi zjištěné výsledky a srovnajte je s publikovanými výsledky podobně zaměřených prací z poslední doby.

### Seznam odborné literatury:

- [1] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 2, St. Louis, Mo.: Butterworth Heineman, 2010, 510 s., ISBN 978-070-2047-633  
[2] CARNT, N., WILLCOX, M., EVANS, V., NADUVILATH, T., TILIA, D., PAPAS, E., SWEENEY, D., HOLDEN, B., Corneal Staining: The IER Matrix Study, Contact Lens Spectrum, September 2007  
[3] DILLEHAY, S., LONG, B., CUTTER, G., A statistical analysis of the staining grid. Contact Lens Spectrum, November 2007

Zadání platné do: 20.09.2019

Vedoucí: Ing. Jiří Michálek, CSc.

vedoucí katedry / pracoviště

děkan

V Kladně dne 19.02.2018

**Název bakalářské práce:**

Srovnání víceúčelových roztoků pro měkké kontaktní čočky na českém trhu z hlediska jejich složení a vlastností

**Abstrakt:**

Předmětem mé bakalářské práce je srovnání víceúčelových roztoků používaných v péči o kontaktní čočky z hlediska složení, kvality a jejich účinnosti na základě dostupných informací a odborných výzkumů. Proto se v první části věnuji péči o kontaktní čočky obecně a následně jednotlivým systémům péče. Detailnější rozbor je pak zaměřen právě na víceúčelové roztoky, jejich historii, vývoj a výhody či nevýhody jejich používání. Následuje praktická část zaměřená na porovnávání vybraných roztoků pomocí několika snadno proveditelných testů jejich fyzikálně-chemických vlastností. Součástí srovnání jsou i výsledky vlastního dotazníkového šetření.

**Klíčová slova:**

Péče o kontaktní čočky, víceúčelové roztoky, dezinfekční složky, hydratace kontaktních čoček, měkké kontaktní čočky

**Bachelor's Thesis title:**

Comparison of contact lens multipurpose solutions within the Czech market from the viewpoint of their composition and properties

**Abstract:**

The subject of my bachelor's thesis is the comparison of the multipurpose solutions used in the contact lens care from the viewpoint of their composition, quality and efficiency on the base of accessible information and professional research. Therefore, in the first part, I pursue the care system of contact lenses in general and, subsequently, of particular care systems. More detail analysis is then focused only on the multipurpose solutions, their history, development and advantages and disadvantages of their use. The following is a practical part aimed at comparing the quality of the compositions and the effectiveness of the selected multipurpose solutions using several easy tests of their physical and chemical properties. The comparison includes results of my original questioner survey.

**Key words:**

The lens care system, all in one solutions, disinfectants for soft contact lenses, hydration of contact lenses, soft contact lenses

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému vedoucímu projektu Ing. Jiřímu Michálkovi, CSc, za odborné vedení, za mnoho cenných užitečných rad, poskytnutí rozsáhlých materiálů a mnoho času na konzultace.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Srovnání víceúčelových roztoků pro měkké kontaktní čočky na českém trhu z hlediska jejich složení a vlastností“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V Kladně dne .....

.....

Nikola Steinbrecherová

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Historie a péče o kontaktní čočky</b> .....	3
<b>3. Základní pojmy v péči o kontaktní čočky</b> .....	5
3.1. Sterilizace.....	5
3.2. Desinfekce.....	5
3.3. Hygiena rukou.....	6
3.4. Péče o pouzdro.....	6
3.5. Péče o kontaktní čočku.....	7
<b>4. Kategorizace roztoků podle materiálu kontaktní čočky</b> .....	8
4.1. Roztoky pro tvrdé kontaktní čočky.....	8
4.2. Roztoky pro měkké kontaktní čočky.....	10
<b>5. Kategorizace systémů péče o měkké kontaktní čočky</b> .....	11
5.1. Peroxidové systémy.....	11
5.1.1. Princip a použití.....	11
5.1.2. Neutralizace zbytkového peroxidu.....	12
5.1.2.1. Princip.....	12
5.1.2.2. Jednokroková neutralizace.....	12
5.1.2.3. Dvoukroková neutralizace.....	14
5.1.3. Výhody a nevýhody.....	14
5.2. Víceúčelové systémy.....	14
5.2.1. Princip a použití.....	15
5.2.2. Složení.....	16
5.2.2.1. Dezinfekční činidla/ konzervanty.....	16
5.2.2.2. Pomocné látky.....	18
5.2.2.3. Čistící látky.....	18
5.2.2.4. Zvlhčovačla.....	19
5.2.2.5. Pufry.....	19
<b>6. Cíle práce</b> .....	20
<b>7. Praktická část</b> .....	21
7.1. Úvod do praktické části.....	21
7.2. Andrasko Staining Grid.....	22

<b>7.3. Prováděné experimenty</b> .....	23
<b>7.3.1. Vysoušení kontaktních čoček</b> .....	23
7.3.1.1. <b>Metodika práce</b> .....	23
7.3.1.2. <b>Výsledky</b> .....	24
7.3.1.3. <b>Diskuze</b> .....	26
<b>7.3.2. Účinnost surfaktantů roztoků</b> .....	28
7.3.2.1. <b>Metodika práce</b> .....	28
7.3.2.2. <b>Výsledky a jejich diskuze</b> .....	28
<b>7.3.3. Porovnání roztoků na KČ z hlediska účinnosti pufrovacího systému</b> .....	30
7.3.3.1. <b>Metodika práce</b> .....	30
7.3.3.2. <b>Výsledky</b> .....	30
7.3.3.3. <b>Diskuze</b> .....	31
<b>7.4. Dotazníkové šetření</b> .....	32
<b>7.5. Výsledné porovnání</b> .....	33
<b>8. Závěr</b> .....	35
<b>Seznam použité literatury</b> .....	37
<b>Příloha A: Dotazník</b> .....	39
<b>Obsah přiloženého CD</b> .....	40



# 1 Úvod

Kontaktní čočka (KČ) je malý optický systém umístěný přímo na rohovce. Kontaktní čočky se používají jako korekce nejen refrakčních vad (sférických, astigmatických), presbyopie, anizometropie, ale také z estetického či kosmetického důvodu.

Kontaktní čočky jsou bezpečná alternativa korekce vad za podmínek dodržování správných hygienických návyků. To platí i pro střídání nošení kontaktních čoček s brýlovou korekcí. Hygienické návyky, jako je péče o pouzdro na kontaktní čočky, hygiena rukou, systémy péče (víceúčelové a peroxidové systémy), aj., jsou velmi důležité vzhledem ke zdraví oka nositele kontaktních čoček. Nesprávně prováděná nebo nedostatečná hygiena či péče o kontaktní čočky může vést k řadě komplikací, s případným důsledkem vzniku či rozvoje očních onemocnění. Typickými příklady jsou různé důsledky hypoxie rohovky, poruchy slzného filmu, nesnášenlivost kontaktních čoček, různé konjunktivitidy (zejména giganto-papilární konjunktivitida) aj.

U nositelů kontaktních čoček mají dlouholetou tradici v používání víceúčelové roztoky, a to zejména vzhledem k jejich jednoduchosti a bezpečnosti. Tzv. „All in one“ roztoky jsou složeny jako všechny isotonické roztoky z cca 99% vody a 0,9% roztoku chloridu sodného s malým přídatkem aktivních oku neškodících látek. Na rozdíl od peroxidového systému, nehrozí žádné poškození oka při nesprávném použití těchto typů roztoků. Mají však nevýhodu v obsahu většího počtu látek, které mohou mít alergizující účinky.

Další možností péče o kontaktní čočky jsou již zmíněné peroxidové systémy, jejichž velkou výhodou je nulový obsah alergenních látek. Jsou tedy vhodné i pro ty nositele kontaktních čoček, kteří alergii na některou ze složek víceúčelových roztoků trpí, takže je nemohou používat. Peroxidové systémy jsou vysoce účinné, mají však i svoje nevýhody, jako je například nutná neutralizace zbytkového peroxidu vodíku, který by v kontaktu s rohovkou mohl způsobit epiteliální erozi. Další nevýhodou je relativně dlouhá doba pro potřebné působení peroxidu na kontaktní čočku v pouzdře (s následnou neutralizační reakcí minimálně 6hodin).

Vzhledem k tomu, že jsem sama nositelka měkkých kontaktních čoček a používám víceúčelové roztoky, rozhodla jsem se ve své bakalářské práci zabývat právě tímto systémem péče o kontaktní čočky.

Cílem bakalářské práce je srovnání několika víceúčelových roztoků dostupných na našem trhu, a to z hlediska jejich složení i porovnání výsledků publikovaných odborných výzkumů. Praktická část je založena na vlastním výzkumu několika vybraných roztoků, a to jak průzkumem spokojenosti zákazníků, tak i porovnáním jejich účinku dostupnými fyzikálně chemickými metodami.

## 2 Historie péče o kontaktní čočky

Z historického hlediska byla péče o měkké kontaktní čočky pro nositele relativně komplikovaná a časově náročná aktivita. Prvním používaným roztokem byl 0,9% roztok chloridu sodného v destilované vodě. Sloužil k oplachování nečistot a k udržování hydratace. Součástí tohoto způsobu péče byla tepelná desinfekce, která se prováděla varem. Pouzdro s kontaktními čočkami bylo ponořeno do vroucí vody a ponecháno v ní po dobu nejméně deset minut (doporučováno bylo 20 minut), čímž došlo ke zničení všech patogenních mikroorganismů. Tento způsob dezinfekce byl velmi účinný, spolehlivý a přitom relativně šetrný k oku. Přitom byl jednoduše proveditelný v každé domácnosti. Aby nedocházelo k problémům s poškozením nebo zničením čočky i pouzdra při potenciálním vyvaření vody, byly vyvinuty elektrické desinfekční jednotky opatřené termostatem a časovým spínačem. Dosahovaly však o něco nižších teplot než 100°C. Reprezentativní příklad jedné topné jednotky z této doby byl systém Bausch & Lomb (obrázek 1.1), který dosáhl 96°C po dobu asi 20 minut. [1] Desinfekce varem měla však i své nevýhody. Pokud byly na čočce usazeniny bílkovinného charakteru, docházelo při varu k jejich denaturaci a čočka postupně ztrácela pružnost a průhlednost, čímž došlo k jejímu znehodnocení. Paradoxně, pečlivější pacient, který často a pravidelně desinfikoval čočku varem, ji dříve znehodnotil. Desinfekce varem se doporučovala nikoli po každém uložení čoček do pouzdra, ale pouze několikrát za týden. Tím, že fyziologický roztok neobsahoval žádnou konzervační nebo desinfekční složku, byl okamžitě po otevření pouzdra kontaminován. Topné jednotky měly navíc ještě další nevýhodu, a to potřebu elektrického zdroje.



Obrázek 2.1 Topná jednotka na měkké kontaktní čočky značky Bausch&Lomb

Postupem času v souvislosti s vývojem materiálů pro kontaktní čočky postupoval i vývoj prostředků péče o ně. Nové výšebojné materiály měly nižší teplotu skelného přechodu  $T_g$ , takže desinfekce varem již nebyla možná. Proto tedy byla vyvinuta desinfekční činidla, která se přidávala do fyziologického roztoku. Tím byl položen základ chemické desinfekce. V souvislosti s použitím ionogenních materiálů bylo třeba roztoky na kontaktní čočky pufrovat. Pro odstranění bílkovin se začaly používat enzymatické čističe. Jedním z nich byly tuzemské tablety Optopain na bázi kuřecího papainu. [2]

Dříve jednotlivá činidla začala být postupně kombinována a společně přidávána do fyziologického roztoku za vzniku „all in one“ systémů. Postupně byly do roztoků přidávány i konzervanty, surfaktanty, lubrikanty nebo další pomocné látky, například chelatační činidla.

Tak vznikly víceúčelové roztoky, které slouží k čištění, dezinfekci, lubrikaci, konzervaci, ukládání a oplachování kontaktních čoček. Postupem času byly původně nízkomolekulární účinné látky nahrazeny látkami s vyšší molekulovou hmotností, tedy i s většími rozměry molekuly. Takové látky nemohou snadno pronikat do struktury materiálu čočky, čímž je zamezeno jak možnosti jejich akumulace v čočce, tak i nežádoucím projevům jako je pálení očí nebo nepříjemné pocity po nasazení čočky.

V dnešní době je na trhu velké množství různých roztoků jak pro měkké tak i pro tvrdé čočky

## 3 Základní pojmy v péči o kontaktní čočky

### 3.1 Sterilizace

Sterilizace se provádí jako jedna z posledních a velmi důležitých fází výroby a následné distribuce kontaktních čoček. Sterilizace zajišťuje naprosté odstranění všech mikroorganismů. Právě dokonalá sterilizace umožňuje dlouhodobé skladování čoček i dobu expirace až 5 let.

Sterilizaci lze provádět několika způsoby. Pro hydrofilní materiály se nejčastěji používá sterilizace v parním sterilizátoru (autoklávu). Probíhá při teplotě 120-125°C po dobu 20- 30minut. Používá se pro sterilizaci kontaktních čoček i takových roztoků na kontaktní čočky, které neobsahují chemická desinficiens či konzervans. Další možností je použití horkovzdušného sterilizátoru. Horkovzdušná sterilizace však probíhá za výrazně vyšších teplot až 180°C, takže se používá hlavně na nástroje. Jiný, často používaný způsob je sterilizace ethylenoxidem, tzv. sterilizace plynem. Používá se zejména u tvrdých kontaktních čoček. Sterilizaci ethylen-oxidem nelze provádět u materiálů s reaktivními skupinami. Provádí se i sterilizace zářením, respektive radiační sterilizace. [2,4].

### 3.2 Dezinfekce

Pojem dezinfekce představuje proces, kdy dojde k redukci či likvidaci patogenů. U dezinfekčních systémů je důležité, aby splňovaly několik podmínek, jako jsou například dostatečná dezinfekční aktivita, schopnost hydratace materiálu, nulová interakce s materiálem kontaktní čočky. Důležitou součástí všech čistících procesů je mechanická očista. Účinné je mnutí kontaktní čočky v dlani s trochou roztoku a následné opláchnutí čočky, čímž dojde ke zničení 99% bakterií a usazenin. Přestože jsou některé roztoky označeny jako „No rub“, doporučuje se vždy před uložením do pouzdra čočky mechanicky očistit. V současné době je nejběžnější chemická desinfekce, kterou klienti provádějí buď peroxidovými systémy, nebo víceúčelovými roztoky. [4].

### 3.3 Hygiena rukou

Hygienou rukou začíná vlastní aplikace kontaktních čoček. Řádné mytí rukou před každou manipulací s čočkami je jednou z nejdůležitějších zásad pro jejich zdravé nošení. Uvádí se, že 85% komplikací spojených s nošením kontaktních čoček je způsobené nesprávnou či nedostatečnou hygienou, která se netýká pouze mytí rukou, ale také samotného mýdla, utěrek, typu baterií, atd. Hygienickým požadavkům nejvíce vyhovují tekutá mýdla s pumpičkou, nebo nejlépe s bezdotykovým dávkovačem. Pro alergiky jsou vhodná mýdla, která neobsahují zvlhčovač, aromatizující či jiné přídatné látky. Při použití mýdla musíme brát zřetel také na konečky prstů, nehtové okolí, prostor mezi prsty, dlaně a hřbety rukou. Poté následuje důkladný oplach rukou pod tekoucí vodou. Nejvhodnější jsou pákové baterie, protože je lze ovládat předloktím, a tudíž se pečlivě umyté ruce znovu nekontaminují zavíráním vody. Na osušení rukou jsou ideální jednorázové papírové utěrky. Doma může klient použít čistý ručník, který je nutné pravidelně měnit. Je velmi důležité, aby mezi umytím a usušením rukou již nedošlo k žádnému nežádoucímu kontaktu s předměty, které nejsou spojené s aplikací kontaktních čoček. Jinak by bylo pečlivé umytí rukou znehodnocené. Zároveň je třeba se vyhnout zlovykům, jako je otírání rukou do kalhot nebo namočení prstů do roztoku. Nesprávná hygiena před a při manipulaci s kontaktními čočkami představuje riziko pro jejich zdravé nošení. Může vyústit v závažné zdravotní komplikace. [5]

### 3.4 Péče o pouzdro

Péči o pouzdro na kontaktní čočky mnoho lidí podceňuje, často pro nízkou informovanost. Proto je důležité zaškolení nositele kontaktních čoček a v jeho rámci zdůraznění poučení o hygieně a pravidelné výměně pouzdra na kontaktní čočky. Již po prvním použití je pouzdro kontaminováno bakteriemi a nečistotami z rukou či okolního prostředí. Výměna pouzdra se dříve doporučovala 1x za 2 až 3 měsíce, nebo po vypotřebování lahvičky roztoku. V dnešní době je doporučeno měnit pouzdro alespoň 1x za měsíc, čím častěji, tím lépe. Během užívání pouzdra je také třeba ho čistit. Pouzdro by se nikdy nemělo mýt pod vodou, již by se mohlo kontaminovat, respektive různými bakteriemi ve vodě obsaženými. K omývání se používá roztok v originálním obalu. Pouzdro se vymývá proudem roztoku, v případě potřeby je možné použít suchý čistý papírový ubrousek. [6] Pro dosažení maximální čistoty a bezpečného nošení by se takto mělo pouzdro vymývat, jak před uložením čoček, tak po jejich vyjmutí. Po vyjmutí čoček je třeba pouzdro vždy vysušit. K dokonalému

vyschnutí musí zůstat otevřené, ale zároveň je nutné ho chránit před prachem či kontaminací bakterií z okolního prostředí. Pouzdro je tedy nejvhodnější položit otevřené, šikmo vzhůru dnem. Do pouzdra se pak nemůže prášit, ale veškerá vlhkost může unikát – vypařit se. Důležitým faktorem je také místo sušení pouzdra.

Nejméně vhodným, avšak nejčastější voleným místem je koupelna, kde je zpravidla největší vlhkost, což pouzdru neprospívá. Nejvhodnějším místem pro uchování, sušení pouzdra je ložnice.

Nejčastějším vyvolavatelem bakteriální keratitidy u nositelů kontaktních čoček je tzv. pseudomonáda. Tato bakterie se snadno uchytí na plastový materiál pouzdra na kontaktní čočky, a může být rezistentní vůči dezinfekčním látkám obsaženým v roztocích. K jejímu zničení dojde až po úplném vyschnutí pouzdra. Správnou péčí o pouzdro můžeme zabránit vzniku mnoha očních komplikací.

### **3.5 Péče o kontaktní čočku**

Péče o čočku se netýká pouze samotné čočky, ale představuje komplex zásad, zmíněných v odstavcích 3.2, 3.3, 3.4. Další nezbytnou součástí péče o kontaktní čočku je její mechanická očista - mnutí, jímž dojde k odstranění až 99% usazenin a nečistot. Po vyjmutí kontaktní čočky z oka ji položíme na dlaň, zakápneme roztokem (nelze peroxidovými systémy) a bříškem prstů mneme po dobu cca 1minuty z každé strany. Následuje oplach pod proudem čistého roztoku přímo z lahvičky, vložení kontaktní čočky do pouzdra, její zalití roztokem až po rysku v pouzdře vyznačenou a jeho uzavření. S kontaktní čočkou by se mělo manipulovat velmi opatrně a to pouze bříšky prstů, nikoli pomocí nehtů, které by ani tak neměly být dlouhé, aby při manipulaci nedošlo k poškození čočky či rohovky. [2]

## 4 Kategorizace roztoků podle materiálu kontaktní čočky

S výjimkou jednodenních kontaktních čoček, a případně čoček pro kontinuální nošení, které se používají jednorázově, musí být všechny kontaktní čočky po každém použití podrobeny jakési „údržbě“, procesu čištění a desinfekce, k nimž slouží speciálně k tomu určené roztoky. Jejich úkolem je i bezpečné uložení čoček někdy i uchovávání po delší dobu. Vždy je třeba rozlišit, z jakého materiálu je kontaktní čočka vyrobena a podle toho použít vhodný roztok. V prvním přiblížení tedy lze dělit roztoky podle jejich určení na roztoky na tvrdé a na měkké kontaktní čočky. [1]

### 4.1 Roztoky pro tvrdé kontaktní čočky

Tvrdé kontaktní čočky se dělí na nepropustné vyrobené z polymethylmethakrilátu (PMMA) a na tvrdé plynopropustné (rigid gas permeable – RGP). Nevýhodou prvních je právě jejich nepropustnost, jak pro plyny, tedy i pro kyslík, tak pro vodorozpustné látky a ionty. Hlavní výhodou RGP čoček je vysoká propustnost pro kyslík. Mezi další výhody patří delší životnost, výborné optické vlastnosti, odolnost proti tvorbě usazenin. Nevýhodami pak jsou již zmiňovaná nepropustnost pro vodorozpustné látky a ionty a významně vyšší cena ve srovnání s čočkami měkkými.

Prostředky pro péči o tvrdé kontaktní čočky většinou obsahovaly benzalkonium chlorid, thiomersal nebo chlorhexadin. První dva se v určité míře vázaly na povrch tvrdých čoček, přičemž benzalkonium chlorid není vhodný v aplikacích souvisejících s kontaktními čočkami, protože váže molekuly vody tak, že vysouší své okolí a může nepříznivě ovlivňovat jak hydrataci čočky (v případě hydrofilních čoček), tak složení slzného filmu. V obecné rovině bylo zjištěno, že tyto nízkomolekulární látky vyvolávaly, po nasazení kontaktní čočky do oka, nežádoucí účinky, např. pálení očí, snížený komfort nošení, aj. Z tohoto důvodu došlo k jejich nahrazení vysokomolekulárními agens (např. polyxenium chlorid za benzalkonium chlorid), nebo ke snížení jejich koncentrace. [6,7]

Obecně obsahují roztoky na tvrdé kontaktní čočky dezinfekční látky, konzervační látky (upravující viskozitu), chelatační činidla (zvyšující antimikrobiální činnost), pufrы (k udržení



stálého pH) a abrazivní činidlo, což jsou polymerní globule, které působí mechanicky a velmi dobře odstraňují ty usazeniny, které lze jinak jen obtížně odstranit. Tyto globule nesmějí být příliš ostré, aby nedošlo k poškození povrchu tvrdé kontaktní čočky.

Vzhledem k obsahu abrazivního činidla nemohou být roztoky na tvrdé kontaktní čočky použity na péči o měkké kontaktní čočky, protože by došlo k poškození povrchu a možná i hlubších vrstev materiálu měkké kontaktní čočky s důsledkem jejího znehodnocení. Avšak roztok určený pro měkké kontaktní čočky může být použit i na tvrdé. Dalším rozdílem je například vyšší obsah substancí (kyselina hyaluronová), zvyšujících viskozitu roztoků pro tvrdé čočky. [3,8]

Pro tvrdé kontaktní čočky jsou k dispozici dva druhy roztoků: Multi-purpose solutions a Multi-bottle systémy. V dnešní době se více používají Multipurpose solutions, které jsou určeny pro mechanické čištění v dlani, oplachování, dezinfekci a samozřejmě pro uchování. Jedná se o systém, který se používá pro plynopropustné kontaktní čočky.

Můžeme se setkat s uchovávacími roztoky, abrazivními roztoky, alkoholovými roztoky (ty jsou určeny pro klienty, kteří mají hodně mastný slzný film (odstraňuje tukové usazeniny). Tvrdé kontaktní čočky se ukládají do pouzdra s uchovávacím roztokem. RGP čočky je možné uložit i na sucho, avšak před jejich použitím je nutné čočku opláchnout v roztoku. [9]



Obrázek 4.1. Uchovávací roztok Concare s peroxidovým čističem Concare reiniger na tvrdé KČ [10]

## 4.2 Roztoky pro měkké kontaktní čočky

Měkké kontaktní čočky dělíme na hydrofilní a hydrofóbní. [2]

### a) Měkké hydrofilní kontaktní čočky

Hydrofilní kontaktní čočky, se v závislosti na obsahu vody v materiálu a ionogenicity dělí na čtyři skupiny, podle klasifikačního systému, která byl přijat kontrolním úřadem FDA (Food and Drug Administration) ve Spojených státech amerických v roce 1986.

Skupina I	Neionogenní, s nízkým obsahem vody do 50%	
Skupina II	Neionogenní, s vyšším obsahem vody nad 50%	
Skupina III	Ionogenní, s nízkým obsahem vody do 50%	
Skupina IV	Ionogenní, s vyšším obsahem vody nad 50%	[2,27]

Obsah vody je hlavním ukazatelem případné kontaminace kontaktní čočky proteinovými depozity. Dalším ukazatelem je zmíněná ionogenita. Vzhledem k vyššímu obsahu vody a iontovému charakteru některých hydrofilních monomerů, jsou hydrofilní kontaktní čočky obecně více náchylné k tvorbě depozit. [2, 27]

### b) Měkké hydrofobní kontaktní čočky

Hydrofobní kontaktní čočky nejsou na našem trhu téměř dostupné. Jedná se o čočky silikonové a polyethylenové (PE). Z tohoto důvodu jim není dále v práci věnována pozornost. [28]

## 5 Kategorizace systémů péče o měkké kontaktní čočky

### 5.1 Peroxidové systémy

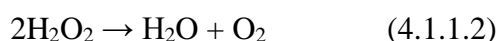
Peroxidové čisticí systémy jsou jednou z neúčinnějších dezinfekcí kontaktních čoček, jsou velmi účinné proti bakteriím, virům (např. HIV), plísním aj. Peroxidové čističe obsahují pouze peroxid sodný a vodu, neobsahují žádné konzervační látky, což je jejich dalších výhodou, jsou vhodné pro ty nositele kontaktních čoček, kteří vzhledem k alergenům nemohou používat víceúčelové roztoky. Tyto roztoky mají však i svou nevýhodu, jako je například to, že čočky musejí zůstat v pouzdře minimálně 6 hodin do ukončení chemické reakce, kdy dojde k úplnému zneutralizování roztoku  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Pro dezinfekci kontaktních čoček se používá 3% roztok peroxidu vodíku.



Obrázek 5.1 Pouzdro s košíčkem pro použití peroxidového systému péče o měkké KČ [14]

#### 5.1.1 Princip a použití

Peroxid vodíku je látka, která se samovolně rozkládá na dva volné hydroxylové radikály (4.1.1.1). Volné hydroxylové radikály jsou nestabilní reaktivní sloučeniny s nepárovým elektronem. Ve svém okolí se snaží získat z jiných sloučenin chybějící elektron, jakmile jej získají, přemění se na molekulu vody a kyslík – zneutralizují se (4.1.1.2)



Pokud se volné hydroxylové radikály dostanou do kontaktu s živými buňkami (např. bakteriemi) „vytrhávají“ chybějící elektrony ze stavebních součástí těchto buněk a tím je ničí. Použití peroxidových systémů je o něco složitější než u víceúčelových roztoků. Důležitou věcí, jak již bylo řečeno, je ponechání kontaktních čoček v pouzdře s peroxidovým roztokem po stanovenou dobu. Pokud by nebyl tento časový interval dodržen, došlo by k poškození rohovky zbytkovým peroxidem vodíku.

Kontaktní čočky se vloží do košíčku, který je součástí pouzdra, přileje se peroxidový roztok po rysku vyznačenou na pouzdře, košík se uzavře a čočky se v něm ponechají po dobu 6. hodin. Po uplynutí stanoveného času je možno kontaktní čočky opět použít. Dřívější vyjmutí a následná aplikace kontaktní čočky by způsobilo poškození rohovky, či jiné komplikace. [2]

## **5.1.2 Neutralizace zbytkového peroxidu**

### **5.1.2.1 Princip**

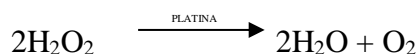
Jelikož je v těchto roztocích obsažen 3. % peroxid vodíku, který by, vzhledem ke svoji toxicitě pro oční tkáň, při kontaktu s rohovkou způsobil její poleptání, je nutná jeho neutralizace, resp. jeho nezreagovaného zbytku. Po neutralizaci zůstává v pouzdře pouze čistý fyziologický roztok, původní roztok peroxidu je obohacen o příslušné ionty, které s vzniklou vodou fyziologický roztok poskytnou. V praxi jsou používány dva způsoby neutralizace peroxidu vodíku, jednokroková (katalytická a enzymatická) a dvoukroková. [2]

### **5.1.2.2 Jednokroková neutralizace**

#### a) Katalytická neutralizace

Tento způsob neutralizace spočívá v přítomnosti katalyzačního činidla – platiny v kontaktu s roztokem. Tzv. platinový disk je obsažen v pouzdře na kontaktní čočky. Tělo disku je vyrobeno z plastu, pouze na jeho povrchu je nanesen platinový katalyzátor, kterého se nesmíme dotýkat, aby nedošlo k jeho znehodnocení. Neutralizace peroxidu začíná okamžitě po vložení čoček do pouzdra, tedy současně a souběžně s vlastním desinfekčním procesem,

což sice může vést k nižší baktericidní účinnosti, ale největší výhodou je 100% jistota neutralizace (ve srovnání s dvoukrokovou neutralizací), protože desinfekce a následná neutralizace zbytkového peroxidu probíhá po provedení jediného úkonu. Kontaktní čočku vložíme do košíčku, který je součástí pouzdra, přilejeme roztok po vyznačenou rysku, pouzdro zašroubujeme a necháme působit. K neutralizaci dojde po určité době automaticky, bez dalšího zásahu. Kromě nevýhody souběžného procesu desinfekce a neutralizace představují další nevýhody například větší pouzdro a tudíž vyšší spotřeba roztoku, malý obsah katalytika na disku, platinová vrstvička citlivá na dotek, čímž je způsobena klesající účinnost neutralizace při opakovaném použití pouzdra a také pasivní neutralizace, která může mít za následek rezidua peroxidu. K novému balení roztoku je vždy nutné nové speciální pouzdro, aby účinnost neutralizace byla dostačující.



#### b) Enzymatická neutralizace

Při tomto způsobu neutralizace je použito neutralizační činidlo ve formě tablety, která obsahuje enzym katalázu. Do roztoku je vhozena tableta při vkládání košíčku s kontaktními čočkami. Tato tableta je obalena neaktivní slupkou, která se v roztoku nejdříve musí rozpustit, aby až po té uvolnila neutralizační činidlo – katalázu z jádra tablety. Proces neutralizace je tedy zahájen až po určité době (indukční periodě), po kterou nerušeně probíhá proces desinfekce. Výhodou tohoto způsobu neutralizace je standardní spotřeba roztoku, neutralizace je aktivní (kataláza v celém objemu roztoku), takže nezůstávají žádná rezidua peroxidu. Díky dvouvrstvé tabletě a časovému posunu zahájení neutralizace zbytkového peroxidu je dosaženo i vyšší baktericidní účinnosti. Pro snížení pravděpodobnosti opomenutí použití tablety bývá tento systém opatřen barevným indikátorem (roztok po uplynutí potřebné doby zrudne, nutné dodržovat čas doporučený výrobcem). Pouzdro bývá opatřeno speciální polopropustnou membránou ve víčku, která dovoluje průnik molekul kyslíku ven z pouzdra a zároveň zajišťuje jeho vodotěsnost. Tento způsob neutralizace však není používán v peroxidových systémech dostupných na českém trhu.



### 5.1.2.3 Dvoukroková neutralizace

Dvoukroková neutralizace je nejúčinnější pro čištění a má nejlepší antimikrobiální účinek. Neutralizační proces navazuje až po procesu desinfekce a při správném dávkování vede k úplnému odstranění reziduí peroxidu. K tomuto postupu jsou potřeba dva roztoky. Jeden roztok s peroxidem vodíku, který zajišťuje dezinfekci a plní se do pouzdra s kontaktní čočkou jako první. Po určitém časovém intervalu se do pouzdra nalije druhý roztok, tzv. neutralizátor. Tento roztok zajistí zneutralizování zbytkového peroxidu vodíku, aby kontaktní čočka byla bezpečná, netoxická pro oko. Tento systém neutralizace je sice nejúčinnější, ale také zároveň nejsložitější z hlediska časové kontroly a manipulace. Při zapomenutí použití druhé složky - neutralizačního roztoku - se může stát nebezpečným. Stejně tak v případě nedostatečné informovanosti nositele nebo liknavého přístupu koncového prodejce. Tyto důvody vedly ke snížení popularity dvoukrokových a naopak ke zvýšení popularity jednokrokových systémů. [15]

### 5.1.3 Výhody a nevýhody

Stejně jako víceúčelové roztoky, i peroxidové systémy mají své výhody a nevýhody. Největší výhodou peroxidových systémů je ta skutečnost, že obsahují pouze vodný roztok peroxidu a sodné a chloridové ionty. Vzhledem k nulovému obsahu dalších látek potenciálně vyvolávajících alergické reakce, jsou vhodné pro ty nositele, kteří nemohou kvůli alergenům používat víceúčelové roztoky. Peroxidové systémy mají vyšší baktericidní účinnost a nehrozí u nich kontaminace nepoužitého roztoku. Na druhou stranu se v případě nesprávného nebo nepečlivého používání může stát roztok nebezpečným pro oko. S tím souvisí další nevýhoda, že kontaktní čočka musí zůstat v roztoku minimálně 6 hodin, aby došlo k úplné neutralizaci zbytkového peroxidu a nedošlo k poleptání oka při následné aplikaci čočky. Vzhledem k reaktivitě peroxidu nelze tyto systémy použít pro dlouhodobou konzervaci čoček. Jsou vhodné pro zkušenější a pečlivější klienty. [2, 16]

## 5.2 Víceúčelové systémy

Víceúčelové roztoky byly předepsány více než 90% nositelům kontaktních čoček v Evropě, Kanadě a Austrálii. Tyto roztoky v jednom obsahují několik složek pečujících o kontaktní čočky, není tedy potřeba žádných jiných dalších produktů. První takové roztoky

byly použity v 80. letech a jejich popularita se od té doby neustále zvyšuje. V polovině roku 2000 se na trh dostaly víceúčelové roztoky „no-rub“, při jejichž použití bylo možno vynechat důležitý krok v péči o kontaktní čočky – mechanické mnutí a oplachování (viz kapitola 4.2.1.). Vzhledem ke vzniklým komplikacím bylo od tohoto doporučení používání upuštěno. Studie ukázaly, že mechanická očista - tření a oplachování - je klíčovým krokem v péči o kontaktní čočky, protože je to nejúčinnější způsob odstraňování usazenin z povrchu čočky. [18]

Víceúčelové roztoky jsou méně účinné než peroxidové systémy, což je jejich největší nevýhoda, ale jsou naprosto bezpečné, na rozdíl od peroxidových systémů. U víceúčelových roztoků nehrozí poleptání rohovky, mohou být použity jako lubrikans a také pro konzervaci. Tento typ roztoků je vzhledem ke své bezpečnosti vhodný pro začátečníky a méně pečlivé, neukázněné klienty. [2]

### **5.2.1 Princip a použití**

Mezi hlavní funkce těchto roztoků patří dezinfekce, denní čištění, oplachování, proteinové čištění, zvlhčování a uchovávání. Musí se dosáhnout rovnováhy mezi vlastnostmi roztoku kontaktních čoček (tonicita, pH, viskozita, obsah čistících, antimikrobiálních a zvlhčujících činidel). Tento typ roztoků je vhodný pro ty nositele kontaktních čoček, kteří mají méně času a jsou méně pečliví. Není potřeba vícero roztoků (samostatného čistícího a dezinfekčního roztoku), zůstává však, ve většině případů, nutnost mechanického mnutí v dlani po dobu zhruba 20-30 sekund z každé strany kontaktní čočky, aby došlo k odstranění usazenin na jejím povrchu. Následovně se kontaktní čočka musí opláchnout čistým roztokem z lahvičky, vložit do pouzdra a dostatečně zalít roztokem. Na rozdíl od peroxidových roztoků zde není stanovena minimální doba, po kterou musí být kontaktní čočka v roztoku. [17]

Nynější víceúčelové roztoky obsahují aktivní látky s vyšší molekulovou hmotností ve vyvážených koncentracích, jako je například polyhexamethylenbiguanid (PHMB) a polyquaternium-1. Další součástí těchto roztoků jsou činidla udržující tonicitu, chelatační činidla, pufrы, viskozitní a lubrikační činidla. Tonicitní činidla regulují osmolaritu roztoku, zatímco pufrы udržují pH tak, aby odpovídalo hodnotě pH slz, aby nedošlo k pocitu nepohodlí. Chelatační činidla působí spolu s konzervačním činidlem a hrají významnou roli

pro snazší odstraňování usazenin na kontaktní čočce, zejména vázáním dvojmocných iontů vápníku.

## **5.2.2 Složení**

Víceúčelové roztoky jsou isotonické roztoky chloridu sodného obsahující řadu aktivních látek. Obsahují tedy cca 99% vody a 0,9% chloridu sodného a navíc v malém množství další aktivní látky jako dezinfekční činidla/konzervanty, pomocné látky, čisticí látky, zvlhčovačlá a pufry.

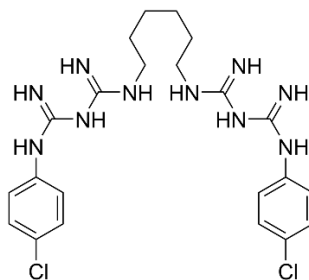
### **5.2.2.1 Dezinfekční činidla/konzervanty**

Nejběžnější konzervační látky obsažené ve víceúčelových roztocích jsou polyhexanid (polyhexamethylenbiguanid PHMB), polyquad (polyquaternium-1) a polixetonium chlorid (polyquaternium-42). Jedná se o vysokomolekulární konzervanty poskytující vysokou antimikrobiální účinnost. Poslední dvě jmenované látky odvozujeme od skupiny kvartérních amoniových solí. [2, 21]

Polyquaternium-1 je málo účinné antimykotikum, z tohoto důvodu se do roztoků přidává většinou s látkou, která má dobré antimykotické vlastnosti (Aldox, myristamidopropyl dimethylamine) a zvyšuje účinnost proti akanamébě. [2, 20] Polyhexanide je vzhledem ke své dobré účinnosti vůči značnému počtu bakterií obsažen ve většině víceúčelových roztoků. Je to molekula, která díky své velikosti nepronikne do materiálu kontaktní čočky, tedy neproniká ani do očních tkání a nemůže docházet k invazivní interakci s rohovkou. Polyhexanide má však i své nevýhody, při zvyšující se koncentraci se kvůli navázání polyhexanidu na lipidové usazeniny zvyšuje úroveň barvení rohovky. [15, 20]

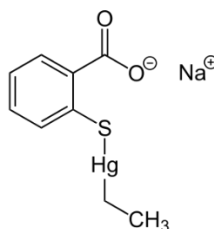
Chlorhexidin (obr.4.2) je látka s malou, ale velmi účinnou a rozšířenou molekulou. Chlorhexidin patří mezi nejpoužívanější dezinfekční látky, je využíván například v prostředcích určených k hygieně rukou. Tato malá molekula rychle vychytává bakterie a kvasinky, ničí jejich buněčné stěny a následovně i jejich cytoplazmatickou membránu. [15]





Obrázek 5.2 Chlorhexidine (N,N-bis(4-chlorfenyl)-3,12-diimin-2,4,11,13 tetraazatetradekandiimidamid)

Další, dnes už nepoužívanou látkou je thiomersal obsahující rtuť (obr.4.3). Jedná se o nízkomolekulární látku, která snadno pronikne do materiálu čočky a po aplikaci interaguje s tkání předního segmentu oka a způsobuje pálení očí. Toto byl důvod, proč se thiomersal začal nahrazovat již zmíněným polyhexanidem. I přesto měl jednu výhodu, měl mnohem vyšší účinnost proti plísním, což bylo způsobeno rtuť, jejíž ionty vstupovaly do buňky a inaktivovaly dýchací enzymy. [15]



Obrázek 5.3 Thiomersal (Ethyl(2-mercaptobenzoato-(2-)-O,S) mercurate(1-) sodium)

Mezi konzervanty se řadí i chloritan sodný a kyselina sorbová. [2]

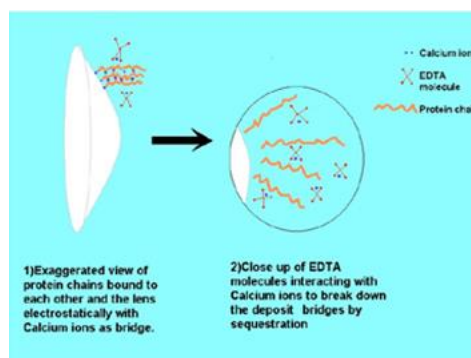
Protože velká molekula nepronikne do materiálu kontaktní čočky, dostane se pouze do kontaktu s čočkou, ale neproniká do očních tkání, jsou postupně nízkomolekulární aktivní složky roztoků nahrazovány vysokomolekulárními, ať už oligomerními nebo polymerními. Snížením možné interakce se snižují i nepříznivé projevy jako pálení očí a pocit nepohodlí. [2, 20]

### 5.2.2.2 Pomocné látky

Pomocnými látkami máme na mysli látky, které usnadňují odstraňování proteinových depozit a to tím, že vážou ionty vícemocných kovů. Jedná se především o dvojmocné vápenaté ionty, které se mohou vázat na karboxyly různých bílkovin a vytvářet tak pevnou síť. Pomocné, komplexotvorné látky, které tomuto nežádoucímu procesu zabraňují, nazýváme chelátáty, [2,20]

EDTA neboli ethylendiamintetraoctová kyselina (nebo její sodná sůl označovaná na baleních roztoků jako Edetan sodný) je nejběžnějším chelatačním činidlem. Tyto látky však neodstraňují bílkoviny, jak se často v marketingových materiálech udává, ale usnadňují jejich odstraňování. [2,20]

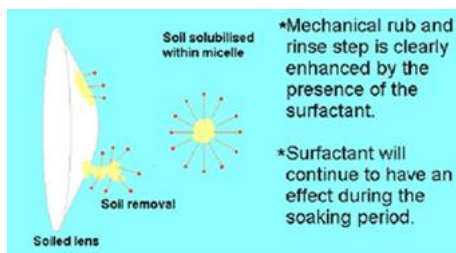
Mezi další pomocné látky patří například hydranát (hydroxyalkylphosphonat), rovněž usnadňující odstraňování proteinových depozit nebo citrát. [2]



Obrázek 5.4 Působení chelatačního činidla [2]

### 5.2.2.3 Čistící látky

Čistící látky patří do skupiny surfaktantů, detergentů. Surfaktanty jsou povrchově aktivní látky, které snižují povrchové napětí, čímž umožňují snadnou omyvatelnost nečistot. Jejich řetězec je amfifilní, tedy na jednom konci hydrofilní a na druhém konci hydrofobní. Hydrofilní konec se orientuje směrem do vodného prostředí a hydrofobní se otáčí směrem k lipofilní nečistotě, kterou více takových molekul emulguje. Vzniklé nadmolekulární systémy jsou nazývány micelami (obrázek 5.5). [20, 22]



Obrázek 5.5 Surfaktant

Stejně jako u dalších složek víceúčelových roztoků i u surfaktantů lze konstatovat odklon od nízkomolekulárních sloučenin a jejich nahrazení výšmolekulárními strukturami. Poloxamery jsou neionické triblokové kopolymery složené z centrálního hydrofobního řetězce polypropylenoxidu ohraničeného dvěma hydrofilními řetězci polyethylenoxidu.

Tyloxapol je neiontový kapalný polymer typu alkyl-aryl-polyether-alcohol. Používá se jako povrchově aktivní látka. Patří do skupiny detergentů.

#### 5.2.2.4 Zvlhčovačla

Zvlhčovačla neboli zvlhčující látky udržují vodu. Jejich funkce je zvyšování doby udržení roztoku na kontaktní čočce a na povrchu oka. Mezi zvlhčovačla patří kyselina hyaluronová, hydroxypropylmethylcelulosa, glykol, sorbitol, polyvinylalkohol a polyvinylpyrolidon. [2,20]

#### 5.2.2.5 Pufry

Vzhledem k tomu, že zajišťují stálé pH roztoku, je nutné je používat hlavně u ionogenních materiálů, protože takovéto materiály mají botnací závislost na pH. Pufry jsou zpravidla soli nebo slabé kyseliny a silné zásady v kombinaci s touto kyselinou. Hovoříme tak o pufrovacích systémech. Ve víceúčelových roztocích se nejčastěji vyskytuje borátový, citrátový nebo fosfátový pufrovací systém. Jako součást pufrovací složky bývá, kvůli dopočtu tonicity, zahrnut i chlorid sodný. Výsledná iontová síla roztoku musí odpovídat fyziologickému roztoku (0,9 hmot.% NaCl v destilované vodě), každý roztok pro kontaktní čočky musí být isotonický.

## 6 Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je porovnat vybrané víceúčelové roztoky dostupné na našem trhu z hlediska jejich složení, a to jak na základě údajů z jejich příbalových letáků, tak i publikovaných studií. Tato zjištění bych chtěla konfrontovat s výsledky vlastních měření vybraných fyzikálně-chemických vlastností a s výsledky dotazníkového šetření podle spokojenosti klientů s daným typem roztoku.

Pro naplnění těchto cílů bylo nejprve třeba v rámci teoretické části práce seznámit se s víceúčelovými roztoky, s jejich popisem, složením, použitím i historickým vývojem. Víceúčelové roztoky patří mezi nejvíce používané roztoky díky jednoduchosti a vysoké bezpečnosti použití. Přestože jejich účel je jasně vymezený a potřebné účinky dané, rozdíly v kvalitě jednotlivých roztoků jsou patrné a můžeme se setkat s různými reakcemi klientů na to, který víceúčelový systém jim více vyhovuje. Samozřejmě to souvisí s celou řadou okolností, s typem čočky, frekvencí výměny, režimem nošení, pečlivostí a celkovým přístupem klienta a v neposlední řadě s jeho individualitou. Nicméně pro praxi je třeba mít dostatek informací a osobních zkušeností s jednotlivými produkty tak, aby bylo možné je kvalifikovaně doporučit. Většina studií srovnávajících víceúčelové roztoky je hodnotí podle jejich mikrobiologické účinnosti, která nutně musí být velmi vysoká a často bývá srovnatelná. Protože však víceúčelové roztoky plní více funkcí, jsou důležité i jejich další vlastnosti, fyzikálně-chemické, které jsem v rámci své bakalářské práce porovnávala v rámci jednoduše realizovatelných pokusů.

K uzavření celkového obrazu o srovnávaných roztocích a jejich vlastnostech jsem provedla a vyhodnotila dotazníkové šetření spokojenosti klientů s daným typem roztoku.

## 7 Praktická část

### 7.1 Úvod do praktické části

V experimentální části jsem pro naplnění cílů práce nejprve zvolila čtyři běžně používané typy MPS, tři ze standardní nabídky distributorů (OptiFree, Solo Care Aqua a ReNu), čtvrtý, Visiomax, z nabídky řetězce drogerií (DM). V následujícím kroku jsem stanovila složení každého roztoku dle dostupných informací na obalu či v příbalových letácích. Konkrétní složky roztoků byly rozděleny do několika skupin podle ustálených zvyklostí (tabulka na obrázku 7.1). Složení použitých roztoků je uvedeno v tabulce na obrázku 7.2.

What's in the box?

Preservatives	Helpers	Clean/Wet	Wet	Buffer
PHMB	EDTA	Poloxamine (Tetronic)	HPMC	Sodium chloride
CHX	Citrate	Poloxamers (Pluronic)	Glycol	Sodium borate
Polyquad	Hydranate	IPA	Sorbitol	Boric acid
Polixetonium		Tyloxapol	SH	Trisodium citrate
Sorbic Acid		Cremophan (Aqualube)	PVA	
NaClO <sub>2</sub>				
PBS				

Obrázek 7.1 Složky víceúčelových roztoků

Porovnáním údajů uvedených v tabulce 2 předpokládám, že nejlepší vlastnosti budou mít roztoky Opti-Free a Solo Care Aqua. Jsou na přibližně stejné úrovni, Opti-Free má lepší dezinfekční systém založený na látce polyquad, která má větší molekulu než polyhexidin obsažený v Solo Care Aqua. Solo Care Aqua využívá o něco lepší hydratační složku, zatímco Opti-Free má lepší pomocné složky. Podle složení by dalším v pořadí měl být roztok ReNu multiplus. Jako konzervační, respektive desinfekční činidlo používá tento roztok biguanid, který je podle několika zdrojů méně účinný než kvartérní amoniové soli. Látka hydranate se obvykle řadí do skupiny pomocných složek (Tab. 1), takže ReNu představuje roztok bez jakéhokoliv jiného zvlhčovače. Co se týče složení, je popis Visiomaxu velmi strohý. Uvádí se pouze malé množství biguanidu, EDTA a neurčený pufrovací systém. Proto jsem jej umístila na poslední místo.

Podle deklarovaných složení jsem seřadila vybrané roztoky v následujícím pořadí: OptiFree, Solo Care Aqua, ReNu a Visiomax.

	Solo Care Aqua	Opti-Free	ReNu multiplus	Visiomax
<b>Konzervační látka</b>	Poly Hexadine	Polyquad 0,001 % Aldox) 0,0005 %	Polyaminopropyl biguanid	Poliesametenbiguanid 0,0002 %
<b>Čistidlo</b>	Poloxamer 407 Tromethamine	poloxamin,	Poloxamin 1%	
<b>Pufř</b>	Fosforečnan sodný	Kyselina boritá	Kyselina boritá Boritan sodný	nespecifikováno
<b>Pomocná složka</b>	Disodium edetate	Edetan disodný Citrát sodný	Edetat disodný Hydranate(Hydroxylalkylfosfát)	EDTA 0,1 %
<b>Zvlhčení</b>	Hydrolock (dexpanthenol a sorbitol)	sorbitol		

Obrázek 7.2 Složení použitých víceúčelových roztoků

## 7.2 Andrasko Staining Grid

Účinnost systémů péče o čočky a její srovnání se často stávaly tématem studií doprovázejících vývoj kontaktních čoček. Jedním z opakovaně citovaných výzkumů je Andraskova tabulka *Staining grid*.

**Andrasko Staining Grid**  
Percentage of Average Corneal Staining Area at 2 Hours

	Branded Solutions										Private Label Solutions				
	Uniof 4 Saline	Clear Care <sup>1</sup>	OPTI-FREE <sup>2</sup> EXPRESS	OPTI-FREE <sup>2</sup> Replenish <sup>1</sup>	OPTI-FREE <sup>2</sup> PureMoist <sup>1</sup>	Biotin <sup>3</sup>	ReNu Fresh <sup>4</sup>	ReNu Sensitive <sup>4</sup>	Complete MPF <sup>4</sup>	Aquify <sup>4</sup>	Walden <sup>5</sup> MPF (ReNu Ma)	Target MPF (ReNu Ma)	CVS MPF (ReNu Ma)	Walden <sup>5</sup> MPF (ReNu Ma)	
Hydrogel	Acuvue <sup>2</sup>	1%	1%	2%	5%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	
	Proclear <sup>3</sup>	1%	1%	1%	2%	1%	28%	57%	23%	6%	12%	61%	54%	53%	42%
	Soflens <sup>4</sup> 68	1%	1%	1%	1%	1%	52%	73%	32%	17%	8%	66%	62%	63%	56%
SiliconeHydrogel	Acuvue Advance <sup>2</sup>	1%	1%	1%	1%	1%	9%	13%	4%	12%	2%	16%	13%	12%	12%
	Acuvue Oasys <sup>2</sup>	2%	1%	3%	5%	2%	1%	9%	5%	4%	3%	12%	8%	13%	10%
	Biofinity <sup>2</sup>	2%	2%	3%	2%	1%	17%	4%	2%	2%	2%	4%	3%	3%	2%
	PureVision <sup>2</sup>	2%	1%	4%	7%	3%	46%	73%	43%	15%	21%	71%	76%	No Testing Planned	No Testing Planned
O2 Optix <sup>2</sup>	O2 Optix <sup>2</sup>	2%	1%	2%	5%	1%	21%	24%	7%	3%	3%	41%	28%	28%	24%
	Night & Day <sup>2</sup>	2%	1%	2%	3%	1%	17%	24%	11%	1%	3%	36%	24%	26%	22%
Updated August 19, 2011		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	POLYQUAD/ALDOX			PMBU/Polysulfonium		BIGUANIDES (PHMB)							

Staining Zone Color Codes  
■ under 10%    ■ 10% to 20%    ■ over 20%

Trademarks: 1. Alcon; 2. AMO; 3. Bausch & Lomb; 4. Novartis; 5. Johnson & Johnson; 6. CooperVision

Data Courtesy of: [www.StainingGrid.com](http://www.StainingGrid.com)

Obrázek 7.3 Staining grid

Tabulka Staining grid ukazuje porovnání roztoků pro péči o čočky, včetně fyziologického roztoku, víceúčelových roztoků a peroxidových systémů, které jsou posuzovány dle barvení rohovky, samozřejmě v kombinaci s konkrétními kontaktními čočkami. Jedná se tedy o srovnání interakce čočka – roztok – rohovka. V tabulce je rozlišeno několik barev – max. 10% barvení představují zelená políčka, až 20% žlutá a více než 20 % červená.

Sloupce odpovídají různým typům roztoků, zatímco řádky jednotlivým kontaktním čočkám, na které byly roztoky použity. První sloupec obsahuje výsledky pro samotný fyziologický roztok, druhý pro peroxidové systémy, ostatní sloupce odpovídají konkrétním víceúčelovým roztokům. Ve sloupcích 3–5 se nacházejí roztoky s dezinfekční složkou založenou pouze na kvartérní amoniové soli (polyquad, příp. v kombinaci s aldoxem). Pouze sloupce 1–5 zobrazují nejnižší hodnoty barvení bez ohledu na typ použitých čoček. Další sloupce zahrnují roztoky obsahující polyhexamethylen biguanid samotný, či v kombinaci s dalšími složkami. Výsledky uvedené v tabulce 3 potvrzují moje hodnocení roztoků dle složení. Pořadí se v podstatě shoduje.

## 7.3 Prováděné experimenty

Dalším krokem v mé práci bylo zkoumání vlastností vybraných MPS při jednoduchých experimentech. Rozhodla jsem se srovnat účinnost zvlhčovacích, čisticích a pufrovacích systémů.

### 7.3.1 Vysoušení kontaktní čoček

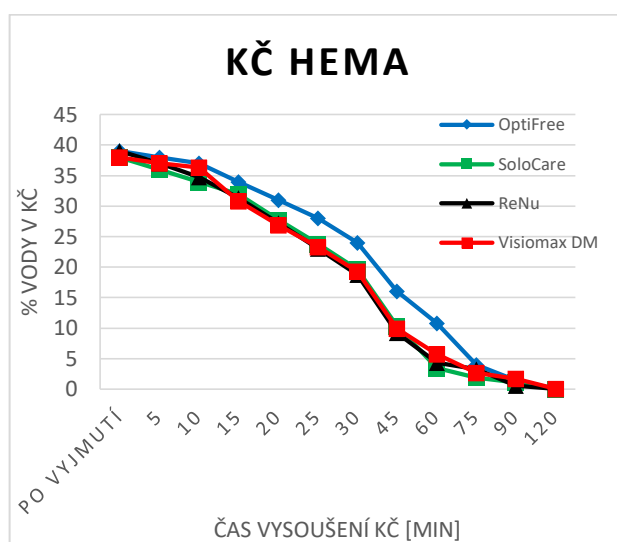
#### 7.3.1.1 Metodika práce

V této kapitole je zobrazeno srovnání vybraných víceúčelových roztoků z hlediska zvlhčení. Použila jsem gravimetrickou analýzu vysoušení samotných roztoků a v jiném případě vysoušení několika kontaktních čoček preinkubovaných v konkrétním víceúčelovém roztoku. Čočky založené na senofilconu A (*Acuvue Oasys* 38%), na kopolymeru HEMA s obsahem 55 % vody (*Visiobox*), polymaconu (HEMA 38 %) a na lotrafilconu B s 33% vody (*Air Opix Aqua*) byly zařazeny do testování v kombinaci s víceúčelovými roztoky

popsanými v Tab. 2. Vysoušení probíhalo pouze při pokojové teplotě, jeho průběh byl sledován vážením v pravidelných časových intervalech.

### 7.3.1.2 Výsledky

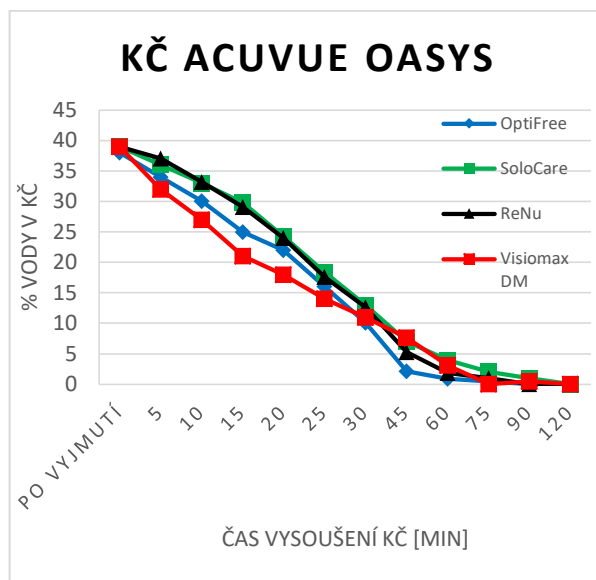
Na obrázku 7.4 je dokumentován obdobný průběh snižování obsahu vody v kontaktní čočce HEMA ve všech roztocích. Poněkud se liší roztok Opti-Free, v němž čočka ztrácí vodu nejpomaleji, ale přesto se zhruba po 75 minutách dostává na podobný obsah vody v čočce, jako zbývá při její inkubaci v ostatních třech roztocích.



Obrázek 7.4 Vysoušení čoček HEMA

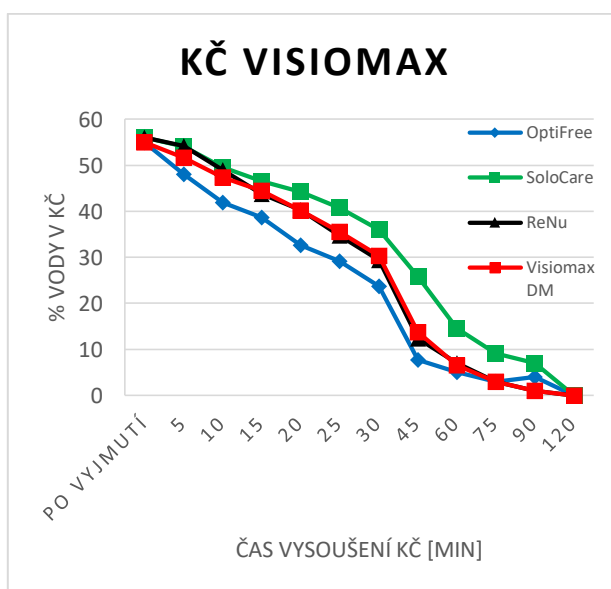
Účinnost zvlhčující složky jsem dále pozorovala na silikon-hydrogelové čočce Acuvue Oasys (obr. 7.5). Vzhledem k tomu, že tyto kontaktní čočky samy obsahují vnitřní zvlhčovač, očekávala jsem velmi podobný průběh vysoušení této čočky ve všech typech roztoků. To se nepotvrdilo, průběh vysoušení čočky se liší u různých roztoků, přestože k úplnému vysoušení dochází u všech roztoků zhruba po 2 hodinách. Jak je z grafu patrné, nejhůře dopadl roztok VisiMax, naopak nejlépe roztoky SoloCare a ReNu a po té roztok OptiFree.





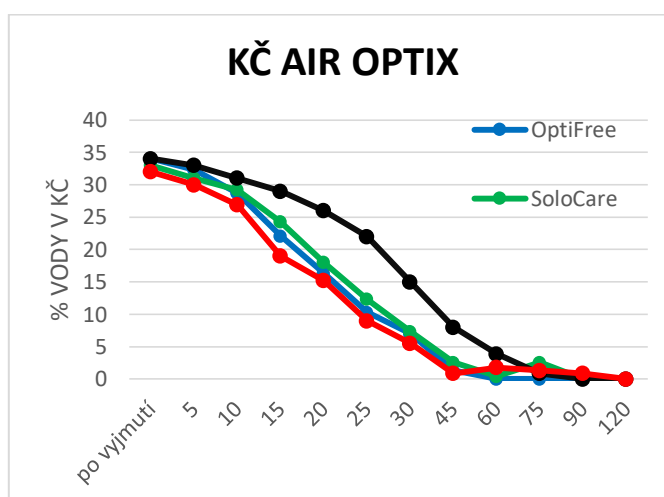
Obrázek 7.5 Vysoušení čoček Acuvue Oasys

Hydrogelové čočky Visiomax s 55% vody vysychaly celkem rychle, oproti jiným kontaktním čočkám. Průběh vysychání v roztocích ReNu a Visiomax DM byl téměř stejný. Nejhorší zde dopadl roztok OptiFree, i přesto, že u kontaktní čočky HEMA dopadl nejlépe. Obsah vody v těchto třech roztocích se zhruba po 45 minutách přiblížil, pouze kontaktní čočka v roztoku SoloCare se vysoušela nejpomaleji, a to až do posledního měřeného časového úseku. To tento roztok řadí na první místo.



Obrázek 7.6 Vysoušení čoček Visiomax

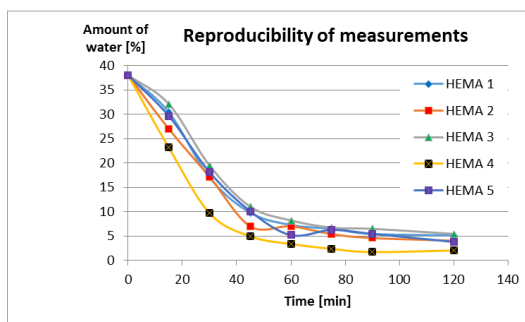
Posledními čočkami, s opět úplně jinými výsledky, jsou kontaktní čočky Air Optix s obsahem vody 33%. Tuto hodnotu jsem naměřila pouze u roztoku SoloCare, v ostatních měla buďto o jedno procento méně, nebo více. Jak můžeme vidět v grafu, tak po celou dobu si nejlépe vedl roztok ReNu a nejhůře Visiomax DM. SoloCare a OptiFree měly velmi podobný průběh vysoušení, s tím, že SoloCare na tom byl o nějaké to procento lépe. Zhruba po 60 až 75 minutách vysoušení se obsah vody ve všech čočkách přiblížil stejným hodnotám, dokonce u roztoku OptiFree se dostal na nulu. Po 90 minutách tomu tak bylo i u roztoku SoloCare a ReNu, nakonec i u Visiomax DM.



Obrázek 7.7 Vysoušení Air Optix

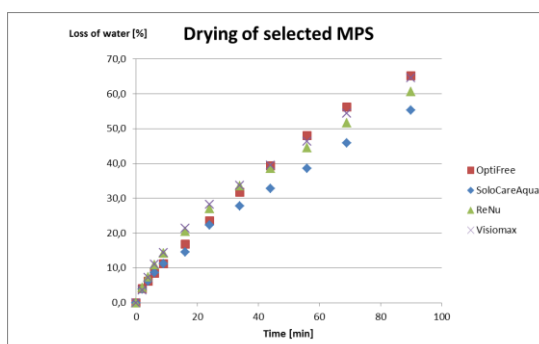
### 7.3.1.3 Diskuse

Při testování vysoušení čoček byla nejprve ověřena reprodukovatelnost metody. Přesnost se obvykle deklaruje menší než 2 %. Graf na obrázku 7.8 ukazuje výsledky pro 5 vzorků hydrogelových čoček (PHEMA, polymacon, 38 % vody) preinkubovaných v roztoku Opti-Free. Jeden vzorek vykazuje poněkud odlišný průběh vysoušení oproti ostatním. U čtyř vzorků je rozdíl výsledků menší než 2 %. V případě všech 5 vzorků jsou výsledky přesnosti zaznamenané po 30 minutách menší než 5 %. Lze tedy konstatovat, že měření obsahu vody v gelu byla stanovena s obvyklou reprodukovatelností.



Obrázek 7.8 Graf reprodukovatelnosti měření

Graf v obrázku 7.9 ukazuje ztrátu vody z malého množství vybraných víceúčelových roztoků umístěných v *Petriho* miskách, tedy bez interakce s konkrétní kontaktní čočkou. Na začátku experimentu (přibližně do 15 minut) docházelo u všech roztoků k obdobnému vysoušení. Během 30 minut vykazovaly Opti-Free a Solo Care Aqua lepší výsledky (pomalejší ztráta vody) než ostatní. Solo Care Aqua pak dosáhlo nejnižší ztráty vody až do konce pozorování, Opti-Free mělo spolu s Visiomaxem nejhorší výsledek a ReNu se překvapivě přemístilo na druhé místo. Při vysoušení Visiomaxu a ReNu vznikl viditelný bílý film suchého solného roztoku, u Opti-Free a Solo Care Aqua byla vidět průhledná vrstva podobná suchému gelu. Pozorování potvrdilo moji predikci nejlepšího systému zvlhčování, a to roztoku Solo Care Aqua. Dalším zjištěním je, že hydranát, který se tabulkově řadí mezi pomocné složky (ReNu), má tedy i dobré zvlhčující účinky. Nejméně účinný je patrně sorbitol (Opti-Free) a roztok Visiomax, přestože v jeho složení žádný zvlhčující systém není uveden, patrně obsahuje rovněž sorbitol, neboť vykazoval velmi podobnou vysoušecí charakteristiku jako Opti-Free. Pořadí roztoků v tomto testu je tedy Solo Care Aqua, ReNu a Opti-Free spolu s Visiomaxem.



Obrázek 7.9 Graf procesu vysoušení zvolených víceúčelových roztoků

Porovnávala jsem vysoušení kontaktních čoček preinkubovaných ve čtyřech vybraných roztocích a tím zjišťovala účinnost zvlhčujících systémů vybraných roztoků. Jak je z grafů patrné, výsledky nejsou jednoznačné. Ve dvou případech vyšel nejhůře roztok OptiFree, 1x Visiomas DM a 1x, u kontaktní čočky HEMA, bylo vysoušení třech roztoků (SoloCare, ReNu, Visiomas DM) stejně rychlé, pouze u roztoku OptiFree o něco pomalejší.

Toto zkoumání nám tedy potvrdilo předpoklad, že nezáleží pouze na roztoku, ale také na kombinaci s konkrétní kontaktní čočkou, což je ve shodě s tabulkou Andrasko StainingGrid.

Přesto i tady lze vyhodnotit účinnost zvlhčujících systémů tak, že horší je pro roztoky Opti-Free a Visiomas, lepší pro roztoky Solo Care Aqua a ReNu.

V kombinaci s výsledky z vysychání samotných roztoků tedy plyne, že podle účinnosti zvlhčujících systémů lze roztoky uvést v pořadí Solo Care Aqua, ReNu a Opti-Free spolu s Visiomasem.

## 7.3.2 Účinnost surfaktantů v roztocích

### 7.3.2.1 Metodika práce

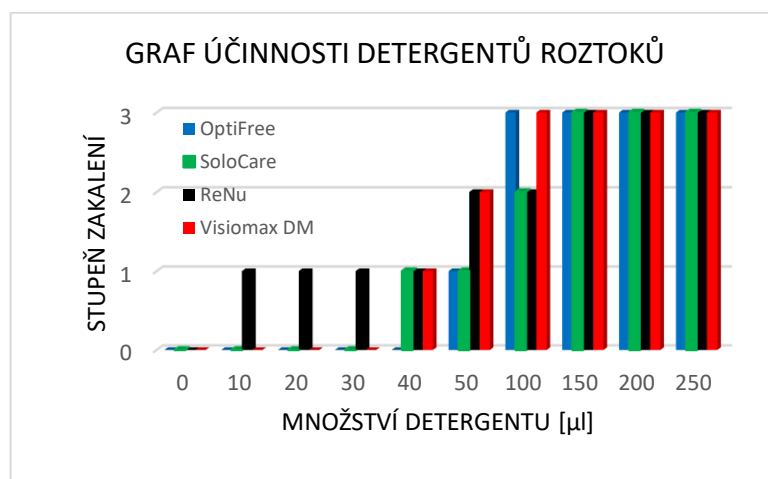
Sledované roztoky jsem pomocí injekční stříkačky rozplnila v množství 7 ml do připravených skleněných lékovek. Pomocí mikropipety Pipetman Gilson 200 jsem postupně do každého roztoku přikapávala po 10 $\mu$ l stolního rostlinného slunečnicového oleje Vegetol Gold, Glencore agriculture Czech s.r.o., s obsahem tuku 92g, z toho 10,3g nasycených mastných kyselin, na 100ml oleje. Po přikápnutí dávky oleje jsem nádobku uzavřela a roztoky po dobu 30 sekund promíchala na magnetické míchačce IKA RCT Basic (IKA Werke GmbH, Staufen, Německo). Následovně jsem porovnávala zakalení roztoků, tedy účinnost surfaktantů v jednotlivých roztocích, jak byly schopné emulgovat hydrofobní olejovou nečistotu. Hodnocení stupně zakalení probíhalo subjektivně. Hodnotila jsem ve škále od 1 do 3, přičemž hodnota 3 vyjadřovala největší zakalení.

### 7.3.2.2 Výsledky a jejich diskuse

Výsledky hodnocení účinnosti surfaktantů jednotlivých roztoků jsou uvedeny v grafu na obrázku 8.7. Z něj je patrné, že první část měření byla, kromě roztoku ReNu, velmi pozvolná a všechny roztoky vykazovaly podobné chování. Pouze roztok ReNu byl lehce zakalen již od přidání prvních 10 $\mu$ l. Obdobně, přidavek 200 $\mu$ l (a více), znamenal úplné

vyčerpání kapacity surfaktantů ve všech roztocích. V rozmezí přídatku 40 až 150 $\mu$ l byly pozorovány významné změny, nejvíce markantní po přikápnutí celkem 50 $\mu$ l slunečnicového oleje. Po tomto množství se zakalil i roztok OptiFree, který byl doposud bez zakalení a roztoky Visiomax DM a ReNu se dostaly již na druhý stupeň zakalení. Následným přikápnutím slunečnicového oleje se roztoky OptiFree a Visiomax již dostaly na třetí stupeň zakalení, SoloCare přeskočil na druhý a ReNu zůstal také na druhém. V dalším kroku se roztoky vyrovnaly a všechny docílily stupně zakalení číslo 3.

Vzhledem k tomu, že se roztok ReNu zakalil již po přidání pouze 10 $\mu$ l slunečnicového oleje, ho hodnotím, jako roztok s nejméně účinnými detergenty, i přesto, že třetího stupně zakalení nedosáhl jako první. Následuje Visiomax DM a poté SoloCare. Vzhledem k tomu, že jako poslední se zakalil OptiFree a to až po přidání celkem 50 $\mu$ l slunečnicového oleje, ho hodnotím jako roztok s nejvíce účinnými detergenty. Po přidání celkem 250 $\mu$ l však vzhledově dopadl nejhůře.



Obrázek 7.10 Graf účinnosti detergentů roztoků

Výsledné pořadí vybraných roztoků podle hodnocení účinnosti v nich obsažených surfaktantů je následující: OptiFree, Solo Care Aqua, Visiomax, ReNu.

### 7.3.3 Porovnání roztoků na KČ z hlediska účinnosti puřrovacího systému

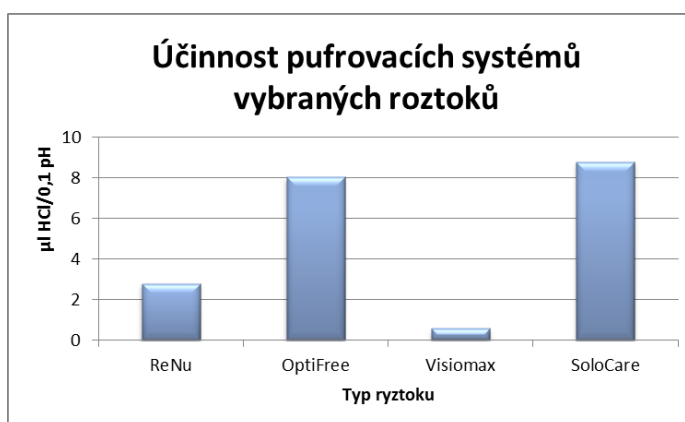
#### 7.3.3.1 Metodika práce

Tuto metodu jsem opět prováděla na roztocích ReNu, OptiFree, Visiomax DM a SoloCare. Ke změně pH jsem použila 0,2M roztok kyseliny chlorovodíkové a k jeho měření stolní pH metr HI 5222 (Hanna Instruments, Woonsocket RI USA) se skleněnou kombinovanou pH elektrodou HI 1131B.

Hodnoty pH jsem měřila za stálého míchání na magnetické míchačce IKA RCT Basic (IKA Werke GmbH, Staufen, Německo) po ustavení rovnováhy. Nejprve jsem změřila pH příslušného roztoku. Po té jsem k roztoku v množství 10 ml přidala 10  $\mu$ l roztoku HCl a změřila pH. Postup jsem opakovala, dokud výsledná hodnota pH neklesla pod pH 7,0.

#### 7.3.3.2 Výsledky

Největší množství 0,2 M HCl, jak je patrné z grafu na obrázku 8.8 pro změnu hodnoty pH o 0,1 potřeboval roztok SoloCare a to 8,78 $\mu$ l roztoku 0,2 M HCl, což ho řadí na první, tudíž nejlepší místo. Druhý nejlepší výsledek měl roztok OptiFree, kde bylo potřeba 8,03  $\mu$ l 0,2 HCl. Následoval roztok ReNu (2,79  $\mu$ l 0,2 M HCl) a nejhůře dopadl Visiomax DM, kde jsem potřebovala pouze 0,58  $\mu$ l 0,2 M HCl na změnu hodnoty pH o 0,1.



Obrázek 7.11 graf účinnosti puřrovacích systémů vybraných roztoků

### 7.3.3.3 Diskuze

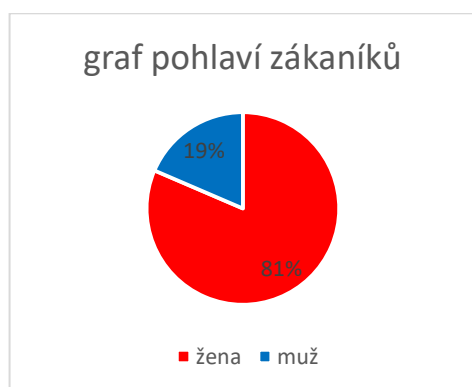
Vzhledem k rozdílnému původnímu pH roztoků (ReNu 7,60; OptiFree 8,16; Visiobox DM 7,50; SoloCare 7,40) jsem musela celkové množství HCl přidané do roztoku přepočítat na množství 0,2 M roztoku kyseliny chlorovodíkové potřebné ke změně hodnoty pH o 0,1. Jak je patrné z výsledků, tak SoloCare a OptiFree spotřebovaly největší, relativně blízké množství. Jejich konečné pH bylo stejné a to 6,99. Stejně jako u roztoku ReNu, kde však bylo potřeba významně méně roztoku kyseliny chlorovodíkové. Roztok Visiobox DM se lišil, jak konečným pH 6,98, tak velmi malým potřebným množstvím roztoku 0,2 M HCl, což odpovídá jeho složení, uvedeném v tabulce 2, z něhož vyplývá, že tento roztok neobsahuje všechny složky, jako jiné roztoky.

Výsledné pořadí vybraných roztoků podle hodnocení účinnosti jejich pufrovacího systému je tedy: Solo Care Aqua, OptiFree, ReNu, Visiobox.

## 7.4 Dotazníkové šetření

Poslední částí mé praktické části bylo dotazníkové šetření. Sestavila jsem jednoduchý dotazník (je součástí přílohy) zaměřený zejména na používání roztoků na kontaktní čočky. Zajímalo mě srovnání, zda se spokojenost zákazníků shoduje s roztokem s nejlepšími výsledky v mém testování a také četnost využívání těchto roztoků.

Dotazník byl distribuován na sociálních sítích a celkem ho vyplnilo 178 lidí, z toho 145 žen (81%) a 33 mužů (19%). Věk respondentů se pohyboval v rozmezí od 14 do 57 let, s tím, že nejvíce odpovídali lidé ve věku od 20 do 29 let, což v součtu činilo 111 odpovědí (62%), obrázek 7.13.



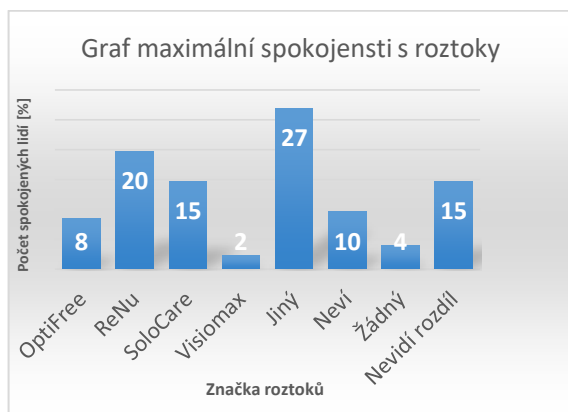
Obrázek 7.12 Graf pohlaví zákazníků vyplňující dotazník



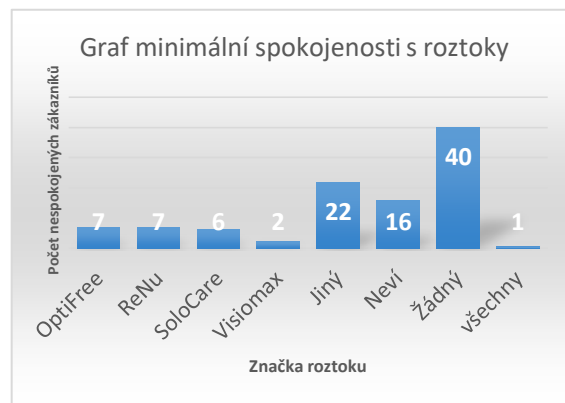
Obrázek 7.13 Graf Věk zákazníků vyplňujících dotazník

Další důležitou částí mého dotazníku byla spokojenost a nespokojenost s určitými roztoky. Zákazníci měli odpovědět na otázku, který z vyzkoušených roztoků jim vyhovoval nejvíce, a který naopak nejméně. Po sečtení těchto grafů jsem došla k tomuto pořadí: nejlepší ReNu, poté SoloCare, OptiFree a nejhorší Visiomax DM.





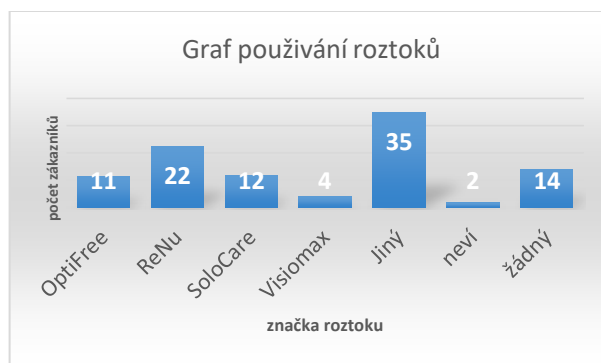
Obrázek 7.14 Graf maximální spokojenosti s roztoky



Obrázek 7.15 Graf minimální spokojenosti s roztoky

Posledním grafem, který je nutno zmínit, je graf používání roztoků. Zde měli zákazníci uvést, jaké roztoky nyní používají. Z porovnávaných roztoků uváděli nejčastěji ReNu, poté SoloCare, pak OptiFree a nejméně Visiomas. Součástí dotazníku byly i možnosti odpovědi typu „jiný“, „neví“ a „žádný“. Těchto odpovědí bylo v součtu 51%.

Pořadí vyplývající z dotazníkového šetření je tedy v obou případech stejné.



Obrázek 7.16 Graf používání roztoků

## 7.5 Výsledné porovnání

Do výsledného porovnání jsem zahrnula výsledky všech mých měření a to vysoušení roztoků, vysoušení kontaktních čoček v různých roztocích, účinnost detergentů v roztocích, účinnost pufrovacího systémů roztoků. Po shromáždění všech těchto výsledků mi vyšlo pořadí od nejlepšího po nejhorší roztok SoloCare, OptiFree, ReNu, Visiomas DM.

ROZTOK	Solo Care Aqua	Opti-Free	ReNu multiplus	Visiomas
Pořadí podle složení	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Pořadí podle Andrasko	-	<b>1</b>	<b>2</b>	-
Pořadí podle vysychání roztoků	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Pořadí podle vysychání čoček	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Pořadí podle účinnosti detergentů	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Pořadí podle účinnosti pufrů	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Pořadí podle výsledků experimentů (součet pořadí)	<b>1</b> <b>(4)</b>	<b>2</b> <b>(8)</b>	<b>3</b> <b>(10)</b>	<b>4</b> <b>(12)</b>
Pořadí podle dotazníkového šetření	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
Pořadí podle exp. a dotazníku (součet pořadí)	<b>1</b> <b>(6)</b>	<b>2</b> <b>(11)</b>	<b>2</b> <b>(11)</b>	<b>3</b> <b>(16)</b>

Obrázek 7.17 Tabulka výsledného porovnání

Při zahrnutí výsledků dotazníkového šetření do výsledků experimentů se pořadí významně nezměnilo, jako nejlepší vychází Solo Care Aqua, další v pořadí jsou Opti-Free spolu s ReNu a na posledním místě Visiomas. Výsledky dotazníkového šetření jsou však ovlivněny i dalšími faktory, jako je marketing, ceny výrobků apod.

Zjištěné výsledky dobře korespondují s mým původním odhadem podle složení roztoků, kde jsem předpokládala velmi podobnou kvalitu roztoků Opti-Free a Solo Care Aqua, na dalším místě ReNu a na posledním neznačkový Visiomas.

## 8 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo porovnat vybrané víceúčelové roztoky dostupné na našem trhu z hlediska jejich složení, publikovaných studií, výsledků vlastních měření vybraných fyzikálně-chemických vlastností a výsledků dotazníkového šetření spokojenosti klientů s daným typem roztoku. V této srovnávací studii jsem se cíleně nezabývala antimikrobiální účinností roztoků, neboť tato tematika je publikována ve značné míře, účinnost desinfekčních složek roztoků je vysoká a do značné míry srovnatelná.

Pro naplnění těchto cílů jsem v teoretické části práce uvedla obecně postupy péče o kontaktní čočky, různé systémy k tomu používané a více se zaměřila na víceúčelové roztoky, jejich složení a historický vývoj. V praktické části jsem pak vybranou skupinu roztoků dostupných na našem trhu (Solo Care Aqua, Opti-Free, ReNu Multiplus a Visiobox DM) testovala pomocí jednoduchých měření, které však poskytly zajímavé údaje pro možnost srovnání účinnosti jejich jednotlivých složek.

K uzavření celkového obrazu o srovnávaných roztocích a jejich vlastnostech jsem provedla a vyhodnotila dotazníkové šetření spokojenosti klientů s daným typem roztoku.

Získané výsledky jsem diskutovala v jednotlivých kategoriích, jimiž byly: deklarované složení roztoku, účinnost zvlhčujících systémů, účinnost čistících složek (surfaktantů), účinnost pufrovacího systému a výsledky dotazníkového šetření. Podle složení roztoků jsem očekávala pořadí OptiFree, SoloCare, ReNu, Visiobox, přičemž první dva jsem vyhodnotila na téměř stejné úrovni. Podle výsledků provedených experimentů vyšlo pořadí roztoků SoloCare, OptiFree, ReNu, Visiobox, tedy v dobré shodě s předpokladem. Dotazníkový průzkum subjektivního hodnocení klientů pak stanovil poněkud jiné pořadí, a sice ReNu, SoloCare, OptiFree, Visiobox.

Výsledky jsem se pokusila interpretovat i jako celek přičemž nejlépe vyšel SoloCare, těsně za ním na stejné pozici OptiFree a ReNu, na posledním místě pak Visiobox. Celkově lze konstatovat, že rozdíly mezi značkovými „all in one“ systémy existují, lze je v jednoduchém pokusu prokázat, ale při komplexním hodnocení se jejich pozice vyrovnávají. O něco hůře vyšel neznačkový Visiobox, jemuž jsem však v některých kategoriích musela přiznat lepší výsledky proti očekávání.

Domnívám se, že cíle práce byly splněny a její praktická část mi dala hodně podnětů a informací do mé vlastní pracovní činnosti v optice. Pro praxi je třeba mít nejen dostatek aktuálních informací, ale i osobních zkušeností s jednotlivými produkty tak, aby bylo možné je kvalifikovaně doporučit klientům.

## Seznam použité literatury

- [1] EFRON, N., Contact lens practice, ed. 1, Elsevier Health Sciences, 2010, 502 s.,
- [2] MICHÁLEK, J., Ústní informace, přednáška Makromolekulární chemie, KČ I, II
- [3] HÝBLOVÁ, S., Diplomová práce, Roztoky používané v péči o kontaktní čočky a jejich sortiment na českém trhu, 2007
- [4] <http://www.lensea.cz/content/11-spravna-pece-o-kontaktne-cocky>
- [5] BŘEŽÍK J., Základní postupy v kontaktologické praxi, Bakalářská práce, 2010
- [6] EFRON, N., Contact Lens Practice. Butterworth – Heinemann. New Delhi 2002.
- [7] EFRON, N., The International Contact Lens Year Book.W. B. Saunders Company Ltd. 1993.
- [8] CENDELÍN, J., Ústní informace, přednáška Kontaktní čočky I, II
- [9] HUDCOVÁ, M., Komplikace u nositelů kontaktních čoček, Diplomová práce, 2008
- [10] <http://www.studiolens.cz/products/concare-reiniger-roztok-na-tvrde-kontaktne-cocky-45-ml/>
- [11] REFOJO, M., F.: Contact lenses. Encyklopedia of Polymer Science and Technology. 1977
- [12] <http://www.cocky.cz/peroxidovy-roztok-na-kontaktne-cocky.html>
- [13] <http://www.cocky.cz/pece-o-kontaktne-cocky.html>
- [14] <https://www.cocky-kontaktne.cz/slovník/neutralizace-peroxidu-vodiku.html>
- [15] EFRON, N., Contact lens practice. Repr. Oxford: Butterworth- Heinemann,2002
- [16] MICHÁLEK J., BOUDOVOVÁ K., kontaktologické listy: peroxidové čisticí systémy, 4.vyd., Praha 6: česká kontaktologická společnost, 2007
- [17] MANNIS, Mark J. Contact lenses in ophthalmic practice. New York: Springer, c2003.
- [18] RAJESH S., vijay kumar dada, textbook of contact lenses, fifth edition,2017
- [19] BRUCE, Adrian S., PhD, FAAO (2008). Průvodce klinickou péčí o kontaktní čočky, 4.vydání. Academy for Eyecare Excellence, Ciba Vision

- [20] HASENOHRLOVÁ, P., Roztoky pro kontaktní čočky : funkce jednotlivých složek a jejich interakce s materiálem čočky, 2013
- [21] BENNETT, Edward S. a Barry A. WEISSMAN. Clinical contact lens practice. Philadelphia: Lippincott, c1991. ISBN 0397521324.
- [22] PROKOPOVÁ, Irena. Makromolekulární chemie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004. ISBN 80-708-0554-4.
- [23] ČESKÁ KONTAKTOLOGICKÁ SPOLEČNOST: Základní kurz školení kontaktologů. Vyd.1., Praha: Česká kontaktologická společnost, 2004
- [24] CARNT N., Willcox M., Evans V., Naduvilath T., Tilia D., Papas E., Sweeney D., Holden B.: Corneal Staining: The IER Matrix Study, Contact Lens Spectrum, September 2007
- [25] EFRON, N. Contact Lens Year Book, 1993, Butterworth Heinemann,
- [26] DILLEHAY, S., Long B., Cutter G.: A Statistical Analysis of The Staining Grid, ContactLens Spectrum, November 2007
- [27] TOBOLKOVÁ, Z.: Materiály pro výrobu kontaktních čoček a jejich vliv na tvorbu depozit. Bakalářská práce 2.LF UK. Praha, 2002.
- [28] MICHÁLEK, J.: Materiály a technologie pro výrobu kontaktních čoček. Sborník přednášek, kurz kontaktologů, I. Teoretická část. Praha 1996
- [29] KUČHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
- [30] PETROVÁ, S. : Základy aplikace kontaktních čoček. Brno : NCO NZO, 2008. 219 s.,

## Příloha A: Dotazník

### DOTAZNÍK: SYSTÉMY PÉČE O KONTAKTÍ ČOČKY

Vážené respondentky, vážení respondenti,

Jsem studentka Fakulty biomedicínského inženýrství, ČVUT v Praze a dovoluji si Vás požádat o vyplnění tohoto dotazníku, který poslouží jako podklad pro mou bakalářskou práci na téma „Systémy péče o kontaktní čočky v ČR“. Výsledky dotazníkového šetření zároveň povedou ke zkvalitnění péče o zákazníky.

Prosím o co nepřesnější a pravdivé vyplnění dotazníku. Účast ve výzkumu je anonymní a dobrovolná.

U těch otázek, kde je možné zvolit odpověď, zakroužkujte prosím vždy pouze jednu možnost. U ostatních Vás prosím o co nepřesnější odpověď.

Děkuji za Váš čas a spolupráci.

- 1) **Jakého jste pohlaví?**
  - a. Žena
  - b. Muž
  
- 2) **Kolik je Vám let?**
  
- 3) **Jakou značku kontaktních čoček nosíte?**
  
- 4) **V jakém režimu kontaktní čočky nosíte?**
  - a. Denní nošení
  - b. Flexibilní nošení
  - c. Prodloužené nošení
  
- 5) **S jakou frekvencí kontaktní čočky měníte za nové?**
  - a. Jednodenní kontaktní čočky
  - b. 14. denní kontaktní čočky
  - c. Měsíční kontaktní čočky
  
- 6) **Kolik různých roztoků jste vyzkoušeli?**
  
- 7) **Jaký typ a značku roztoku nyní používáte?**
  
- 8) **Se kterým roztokem jste byli nejvíce spokojeni?**
  
- 9) **Se kterým roztokem jste byli nejméně spokojeni?**

## Obsah datového nosiče

- 1) Klíčová slova
- 2) Abstrakt v českém jazyce
- 3) Abstrakt v anglickém jazyce
- 4) Naskenované zadání bakalářské práce
- 5) Bakalářská práce Srovnání víceúčelových roztoků pro měkké kontaktní čočky na českém trhu z hlediska jejich složení a vlastností, Steinbrecherová Nikola