

Univerzita Pardubice

Fakulta chemicko-technologická

Kontaktní čočky vs. bakterie

Bakalářská práce

2022

Kristina Malíková

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kristina Malíková**  
Osobní číslo: **C19263**  
Studijní program: **B3912 Speciální chemicko-biologické obory**  
Studijní obor: **Zdravotní laborant**  
Téma práce: **Kontaktní čočky vs. bakterie**  
Téma práce anglicky: **Contact Lenses vs. Bacteria**  
Zadávající katedra: **Katedra biologických a biochemických věd**

## Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma kontaktní čočky vs. bakterie.
2. V práci se zaměřte na popis kontaktních čoček, jejich složení a rozdělení, dále definujte bakterie, které způsobují infekci očí a v poslední části práce se zaměřte na popis infekcí očí způsobených příslušnými bakteriemi.
3. Pro vytvoření kompilačního textu využijte elektronických vědeckých databází, jako jsou např. *NCBI Pubmed*, *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Scopus* apod. Jako zdroje využijte zejména odborné články publikované v recenzovaných zahraničních časopisech.

Rozsah pracovní zprávy: **25 s.**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lucie Michalcová**  
Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce: **18. prosince 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **1. července 2022**

**prof. Ing. Petr Kalenda, CSc. v.r.**  
děkan

L.S.

**prof. Mgr. Roman Kandár, Ph.D. v.r.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2022

Prohlašuji:

Práci s názvem Kontaktní čočky vs. bakterie jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze 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, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne: 27.07.2022

Kristina Malíková v. r.

## PODĚKOVÁNÍ:

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Lucii Michalcové za zadání velmi zajímavého tématu, za odborné vedení práce, za trpělivost, za pomoc a za vstřícný přístup při zpracování této práce.

## **ANOTACE**

Práce se věnuje popisu kontaktních čoček, jejich složení a rozdělení. Následně je kladen důraz na sterilitu péče o kontaktní čočky v jejich používání, skladování, aplikaci a dezinfekci pomocí různých druhů roztoků. Dále se práce zaměřuje na bakterie infikující oči a na konkrétní bakteriální infekce očí spojené s kontaktními čočkami.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

kontaktní čočky, péče o kontaktní čočky, bakterie infikující oči, infekce očí

## **TITLE**

Contact Lenses vs. Bacteria

## **ANNOTATION**

The work deals with the description of contact lenses, their composition and distribution. Furthermore, the emphasis is placed on the sterility of contact lens care in their use, storage, application and disinfection with different types of solutions. The work also focuses on bacteria and on specific eye infections associated with contact lenses.

## **KEYWORDS**

contact lenses, contact lens care, eye-infecting bacteria, ocular infections

# OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ .....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK .....	11
ÚVOD .....	12
1 KONTAKTNÍ ČOČKY .....	13
1.1 Historie kontaktních čoček .....	13
1.1.1 První teoretici .....	13
1.1.2 Vývoj typů čoček.....	14
1.1.3 Otto Wichterle .....	16
1.2 Fyziologické ochranné mechanismy oka .....	18
1.2.1 Slzný film .....	18
1.2.2 Mrkání .....	20
1.2.3 Rohovka.....	20
1.2.4 Mikrobiom očního povrchu .....	21
1.3 Druhy kontaktních čoček .....	21
1.3.1 Materiály pro výrobu kontaktních čoček.....	21
1.3.1.1 Křemík a sklo .....	21
1.3.1.2 Polymery .....	22
1.3.2 Rozdělení podle velikosti čočky.....	22
1.3.2.1 Sklerální .....	22
1.3.2.2 Semisklerální.....	23
1.3.2.3 Korneální.....	23
1.3.3 Rozdělení podle účelu použití .....	23
1.3.3.1 Terapeutické.....	23
1.3.3.2 Kosmetické.....	23
1.3.3.3 Korekční.....	23
1.3.4 Rozdělení podle doby nošení.....	24

1.3.4.1	Denní .....	24
1.3.4.2	Flexibilní .....	24
1.3.4.3	Prodloužené.....	24
1.3.4.4	Kontinuální.....	24
1.4	Druhy roztoků pro kontaktní čočky .....	25
1.4.1	Čistící roztoky .....	25
1.4.2	Oplachovací roztoky .....	25
1.4.3	Chemické dezinfekční roztoky .....	25
1.4.3.1	Dezinfekce peroxidem vodíku .....	25
1.4.4	Skladovací roztoky .....	26
1.4.5	Víceúčelové čisticí prostředky .....	26
1.4.6	Pomocné látky, které zlepšují antimikrobiální účinky .....	26
1.5	Sterilita používání kontaktních čoček .....	27
1.6	Sterilita aplikace kontaktních čoček .....	27
1.7	Sterilita skladování kontaktních čoček .....	28
2	BAKTERIE INFIKUJÍCÍ OČI .....	29
2.1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	29
2.2	<i>Serratia marcescens</i> .....	30
2.3	<i>Haemophilus influenzae</i> .....	31
2.4	<i>Streptococcus pneumoniae</i> .....	32
2.5	<i>Staphylococcus aureus</i> .....	34
2.6	<i>Chlamydia trachomatis</i> .....	36
3	INFEKCE OČÍ SPOJENÉ S KONTAKTNÍMI ČOČKAMI .....	38
3.1	Míra přežívání bakterií v kontaktních čočkách.....	38
3.1.1	Biofilm.....	39
3.1.2	Antimikrobiální kontaktní čočky.....	40
3.2	Mikrobiální keratitida .....	40



3.3	Akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami.....	41
3.4	Rohovkový vřed.....	42
3.5	Konjunktivitida (zánět spojivek) .....	43
3.6	Ostatní záněty rohovky .....	44
	ZÁVĚR .....	45
	POUŽITÁ LITERATURA .....	46

## SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1: Nákres Leonarda da Vinciho (4).....	13
Obrázek 2: Profesor Otto Wichterle (7).....	18
Obrázek 3: Slzný film, převzato a upraveno z (10).....	20
Obrázek 4: Kontrola profilu měkké čočky (22).....	27
Obrázek 5: Gram negativní <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (26).....	30
Obrázek 6: <i>Serratia marcescens</i> (30).....	31
Obrázek 7: <i>Haemophilus influenzae</i> (34).....	32
Obrázek 8: <i>Streptococcus pneumoniae</i> (38).....	34
Obrázek 9: <i>Staphylococcus aureus</i> (41).....	36
Obrázek 10: <i>Chlamydia trachomatis</i> (44).....	37
Obrázek 11: Schéma tvorby biofilmu, převzato a upraveno z (13).....	39
Obrázek 12: Mikrobiální keratitida způsobená <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (45).....	41
Obrázek 13: Akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami (45).....	42
Obrázek 14: Periferní vřed (45).....	43
Obrázek 15: Konjunktivitida neboli zánět spojivek (45).....	44

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

PMMA – polymethylmetakrylát

HEMA – poly-hydroxyethylmethakrylátový gel

IgA – Imunoglobulin A

PABA – polyaminopropyl biquanid

EDTA – kyselina ethylendiamintetraoctová

AIDS – Acquired Immune Deficiency Syndrome

HLA II – histokompatibilní komplex typu II.

MRSA – meticilin rezistentní *Staphylococcus aureus*

PCR – polymerázová řetězová reakce

# ÚVOD

Tato práce se zabývá tématem kontaktních čoček, bakterií a jejich vzájemné interakce. Oči se snaží přirozeně bránit před poškozením pomocí mrkání, jenž zajišťuje mechanickou ochranu, a pomocí slzného filmu, který zajišťuje obranu, zvlhčování, výživu a udržuje kvalitu zraku. Oči mají také vlastní mikrobiom pomáhající v udržení mikrobiální rovnováhy.

Kontaktní čočky si prošly složitým vývojem od prvního návrhu od Leonarda da Vinciho, až po současné nepoužívanější hydrogelové polymerní čočky. Kontaktní čočky slouží zejména pro refrakční korekci očních vad, jako je astigmatismus, presbyopie, dalekozrakost a krátkozrakost. Ovšem vyvinuly se i další možnosti využití, jako je podávání léčiv pomocí terapeutických čoček nebo kosmetické čočky pro změnu barvy očí.

Při přibývajících možnostech jejich využití je velmi důležité nezapomínat na správnou hygienu a péči. Správně provedené čištění, aplikace a uskladnění jsou zásadní v předcházení kontaminacím čoček a skladovacích pouzder.

Infekce očí spojené s kontaktními čočkami jsou často důsledkem mikrobiální kontaminace roztoků pro péči o čočky, kterou může zhoršit nehygienická péče a překročení doporučené doby nošení čoček. Mezi nejčastější infekce se řadí mikrobiální keratitida, akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami a periferní vřed vyvolaný kontaktními čočkami.

Mezi nejčastější bakterie způsobující infekce očí spojené s kontaktními čočkami patří *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* a dále také *Chlamydia trachomatis*. Bakterie jsou schopné tvořit biofilm, který je velmi odolný vůči běžným antimikrobiálním prostředkům.

Cílem této bakalářské práce je blíže popsat a rozebrat vztah mezi kontaktními čočkami a bakteriemi. V této práci se zaměřuji na podrobný popis kontaktních čoček a potřebnou péči spojenou s čočkami, aby nedošlo k jejich kontaminaci. Dále se zaměřuji na popis konkrétních bakterií infikující oči a rozebírám infekce očí spojené s kontaktními čočkami.

# 1 KONTAKTNÍ ČOČKY

Kontaktní čočky lze označit jako alternativu čoček brýlových. Pacienti nejčastěji využívají kontaktní čočky pro korekci refrakčních vad očí (1).

## 1.1 Historie kontaktních čoček

Vývoj kontaktních čoček začínal hlavně v Německu, poté se rozšířil po celé Evropě až do USA. V začátcích výroby ještě neexistovala antibiotika, takže kontaktní čočky byly očními lékaři předepisovány jen v nezbytných případech souvisejících hlavně s onemocněním rohovky, např. keratokonus (konické vyklenování ztenčené rohovky). K pokrokům ve vývoji docházelo vždy při dostupnosti nových materiálů, nových technologií výroby a rozšiřováním znalostí fyziologie rohovky. V současné době je při nošení čoček stále problém v komfortu na konci dne. Někteří lékaři doporučují dobu nošení jen o něco delší, než tomu bylo ve 30. letech 20. století (2).

### 1.1.1 První teoretici

Za prvního teoretika byl považován italský malíř, vynálezce, hudebník a stavitel Leonardo da Vinci v roce 1508, díky své ilustraci muže s hlavou skloněnou do misky s vodou. Tato ilustrace (obrázek č. 1) v Codexu D měla znázorňovat vynález kontaktních čoček (2; 3). Na nákresu da Vinciho byl optický systém oka doplněn o skleněnou čočku. Mezera mezi okem a čočkou byla vyplněna tekutinou (3). V pozdějším překladu od Roberta Heitze se ukázalo, že se nejednalo o prototyp kontaktních čoček, ale o počátek chápání neutralizace rohovky (2).



**Obrázek 1: Nákres Leonarda da Vinciho (4).**

Nákres znázorňuje systém skleněná koule – tekutina – oko.

V 17. století René Descartes popsal ve svém pojednání La Dioptrique tekutinou naplněnou trubičku používanou ke zvětšení obrazu na sítnici (2).

V roce 1801 Thomas Young prováděl výzkum oka a odhalil příčinu vzniku astigmatismu a popsal teorii vnímání tří barev. Na univerzitě v Cambridge provedl experiment s akomodací pomocí vodou naplněné skleněné trubice a čočky mikroskopu, která při umístění na oko neutralizovala lomivý efekt rohovky (2; 5).

Roku 1851 Johann Nepomuk Czermak, německý fyziolog narozený v Praze, vyvinul brýle plněné vodou, které se připevňovaly před oči pro korekci keratokonu. Těmto brýlím dal název ortoskop (2).

Roku 1882 Dr. Xavier Galezowski navrhl použití želatinového disku přiloženého na rohovku po operaci šedého zákalu (kataraktu). Disk obsahoval kokain a sublimát rtuti pro zmírnění pooperačních bolestí a také pro zabránění vzniku infekce jako antiseptické krytí. Lokální anestezie ve formě kokainových kapek byla v té době široce používána. Zde byl poprvé použit předchůdce měkké hydrofilní čočky a zároveň byl disk použit jako dávkovač oftalmologického léčivého přípravku (2).

### **1.1.2 Vývoj typů čoček**

Jedním z prvních typů kontaktních čoček byly sklerální čočky, které nesly veškerou nosnou část čočky na sklěře a obsahovaly rezervoár na slzy. V roce 1887 skláři Friedrich A. Müller a Albert C. Müller z Wiesbadenu pocházející z rodiny výrobců umělých očí vyrobili pro pacienta skleněnou skořepinu, která obklopovala rohovku, ale nedotýkala se jí. Kolem rohovky byla udržována tekutina, aby nedocházelo k jejímu vysychání. Pacient měl chirurgicky poškozené víčko s obnaženou rohovkou a zároveň trpěl šedým zákalem a krátkozrakostí. Čočka potřebovala měnit každých 18 měsíců až 2 roky, kvůli korozi povrchu skla způsobeného slzami. Müllerovi bratři pokračovali ve výrobě čoček z lehkého foukaného skla s čirými rohovkovými částmi a bílými sklerálními částmi (2; 5).

Profesor Ernst Karl Abbe, který byl vynálezce a autor vědeckých prací o optice, vyvinul první kontaktní čočky v roce 1866. K výrobě použil sklo od skláře Otto Schotta, jenž zdokonalil chemii výroby skla (2).

Termín kontaktní čočka poprvé použil Adolf Eugen Fick roku 1888. Na základě odlitku rohovky nechal vyrobit skleněné sklerální čočky u profesora Abbeho ve firmě Zeiss Optical Works v Jeně (2; 6).

V roce 1928 firma Zeiss navrhla zkušební set kontaktních čoček s různou optickou mohutností a poloměry křivosti. Čočky se mohly objednávat podle předem zadaných parametrů (3; 6).

V 20. století byly na výběr čočky z foukaného skla vyráběné firmou Müllers z Wiesbadenu nebo kontaktní čočky z broušeného skla vyráběné firmou Carl Zeiss z Jeny. Čočky z foukaného skla byly horší v konzistenci optické kvality, ale lepší v pohodlí a délce nošení. Kontaktní čočky od firmy Zeiss měly maximální dobu nošení mezi 30 minutami až 2 hodinami (2).

V roce 1932 začal Dallos snímat otisky oka pomocí hmoty Nagecol. Dallos dospěl při vývoji sklerálních kontaktních čoček nejdále, připisuje se mu prvenství i ve vývoji kanálkování a vrtání kontaktních čoček. Mezi jeho spolupracovníky patřil také technik Nissel, rodák z Teplic, který založil anglickou firmu zabývající se výrobou kontaktních čoček (3; 5).

Nošení kontaktních čoček mohlo vyvolat otok rohovky známý jako Sattlerův závoj. Pojmenoval ho Carl Hubert Sattler, rakouský oftalmolog zabývající se jeho výzkumem v roce 1936 (2).

Rozvoj plastů přinesl velkou změnu ve vývoji kontaktních čoček. Zkoušely se různé materiály, jako například nitrát celulózy, acetát celulózy, bakelit, polyvinylacetát, polyakrylát nebo polystyren (2).

Profesor lékařské fakulty UK Teissler se synem vyráběli kontaktní čočky z lisované celuloidové fólie, jako první v Československu v roce 1935 (3).

V roce 1936 firma Rohm a Haas Company vynalezla plexisklo, které se od té doby používá jako materiál pro výrobu kontaktních čoček (6).

Sklerální čočky byly postupně nahrazeny pohodlnějšími a snadněji nasaditelnými korneálními a měkkými čočkami. Ovšem malé procento populace, kterému nejdou nasadit korneální nebo měkké čočky, zůstávají sklerální čočky jako jediná možnost (2).

Korneální čočky jsou zcela podporovány rohovkou a nemají rezervoár na slzy. Za vynálezce korneální čočky je považován Kevin Tuohy. Čočku navrhl, vyrobil a roku 1950 mu byl udělen patent. Ovšem firma Zeiss uváděla skleněné korneální čočky ve svém katalogu již od roku 1912 (2; 5).

Heinrich Wöhlk vytvořil roku 1946 první korneální čočku z materiálu PMMA (polymethylmetakrylát). Tyto čočky byly mnohem lehčí než ty skleněné (2; 3).

Kjóiči Tanaka v roce 1950 ručně vyřezal korneální čočku z PMMA z čelního skla letadla Mitsubishi. Tanaka navrhl dobře přizpůsobivé a pohodlné korneální čočky a také navrhl stroj na výrobu deseti kusů čoček najednou. Toto byl počátek kontaktních čoček Menicon (2).

V letech 1970 kvalita korneálních čoček z PMMA překonávala měkké čočky, které začínaly být dostupné. Byl ovšem omezený jejich komfort a rohovková hypoxie byla běžná (2).

V šedesátých letech profesor Wichterle a Ing. Líma vyrobili polymer, který se stal základním materiálem pro měkké kontaktní čočky, a také zavedli techniku výroby kontaktních čoček odstředivým litím. Tento výrobní proces snížil výrobní náklady čoček natolik, že umožnil jejich masové rozšíření a používání (6).

Kyoichi Tanaka ze společnosti Menicon v roce 1964 zhotovil první měkké čočky vyrobené v Japonsku (2).

V roce 1972 si Peter Fanti nechal patentovat tzv. měkké čočky s tenkou zónovou stabilizací, které byly vyráběny jako Weicon torická čočka. Ta byla dynamicky stabilizována pomocí mrkání k udržení správné orientace čočky (2).

Během následujících let se měkké kontaktní čočky stávaly stále úspěšnějšími. Investice do vybavení a reklamy vedly k popularizaci jednodenních kontaktních čoček. Při tomto konceptu potřebuje každý pacient přibližně 730 čoček ročně (2).

Další výzkum materiálů pro výrobu kontaktních čoček se zabývá snižováním středové tloušťky čočky, zvýšením propustnosti pro plyny, minimalizací omezování rohovkového metabolismu a mechanického stresu oka (3).

### **1.1.3 Otto Wichterle**

Otto Wichterle (obrázek č. 2) se narodil roku 1913 v Prostějově. Absolvoval gymnázium a následně vystudoval Vysokou školu chemicko-technologického inženýrství v Praze. V roce 1936 dosáhl doktorátu z technických věd. V roce 1941 v Baťově výzkumném ústavu ve Zlíně vyvinul technologii na přípravu polyamidových vláken, které bylo možné spřádat a vyráběly se pod označením Silon. Otto Wichterle se poté stal profesorem chemie na VŠCHT a založil zde katedru technologie plastických hmot. Stal se také ředitelem Ústavu makromolekulární chemie



Československé akademie věd a v roce 1990 byl zvolen za předsedu Československé akademie věd (7).

Se svým asistentem Drahoslavem Límem pracoval od roku 1952 na syntéze síťovaných hydrofilních gelů vodou bobtnajících s cílem najít vhodný materiál pro oční implantáty. Podařilo se jim vyvinout poly-hydroxyethylmethakrylátový (HEMA) gel, který pohlcoval až 40 % vody, měl vhodné mechanické vlastnosti a byl průhledný (2; 7).

V roce 1953 získal profesor Wichterle svůj první patent na měkké čočky. Wichterle nejdříve používal polystyrenové formy k výrobě měkkých čoček z HEMA. Tyto pokusy nebyly úspěšné, protože při vyjímání z formy docházelo k poškození okrajů (2).

Rozhodující pokusy s převedením hydrogelů do vhodného tvaru oční kontaktní čočky provedl profesor Wichterle doma. O Vánocích roku 1961 sestavil pomocí synovy stavebnice Merkur první prototyp odstředivého odlévacího zařízení, které poháněl dynamem z jízdního kola, zapojeným na zvonkový transformátor. Na tomto zařízení odlil první velmi pravidelné čočky, které nedráždily oko (2; 7).

V roce 1964 Geltakt a SPOFA byly první vyráběné měkké čočky Wichterleho metodou vyrobené společností Protetika v Praze. Otok rohovky často omezoval dobu nošení na méně než 8 hodin denně. I přes to byly čočky oblíbené, protože je vláda dodávala zdarma. Objevovaly se také obavy ohledně bakteriální kontaminace měkkých čoček (2).

České čočky byly mezinárodně používány v ústavech a nemocnicích, které experimentovaly s tímto novým materiálem (2).



**Obrázek 2: Profesor Otto Wichterle (7).**

## **1.2 Fyziologické ochranné mechanismy oka**

Víčka poskytují mechanickou ochranu rohovky a oční bulvy. Mrkání víček plní klíčovou funkci udržování tenké vrstvy slzného filmu na předním povrchu oka. Mrkání musí být pravidelné a periodické, aby se odpařováním rychle neničila kontinuita slzné vrstvy. Víčka musí každou minutu několikrát zamrkat, aby nedocházelo ke vzniku suchých míst na povrchu rohovky. Pokud by tato suchá místa přetrvávala, vedlo by to k poškození povrchu rohovky (8).

### **1.2.1 Slzný film**

Nejdůležitější ochranou povrchu oka je slzný film, který vytváří hladké rozhraní mezi rohovkou a vnějším prostředím. Slzný film produkují četné slzné žlázy, které se vyprazdňují na povrchu oka. Šířka slzného filmu se pohybuje od 3 do 11  $\mu\text{m}$  a skládá se ze tří vrstev. Vnější lipidová vrstva je složena z nepolárních hydrofobních lipidů a polárních amfifilních lipidů, střední vrstva se skládá zejména z vody a vnitřní vrstva má mukózní povahu. Lipidová vrstva působí jako první obranná linie proti vnějšímu prostředí, zpožďuje odpařování vodní vrstvy a také stabilizuje povrch slz se vzduchem tím, že snižuje povrchové napětí. Složení slz se dělí podle typu na tzv. bazální, reflexní, oplachové, emocionální nebo slzy odebrané bezprostředně po spánku (9).

Funkcí slzného filmu je zvlhčování, ochrana, výživa, udržování kvality zraku a zdraví povrchu oka (9). Lubrikace povrchu oka snižuje tření mezi víčky a povrchem oka během mrkání

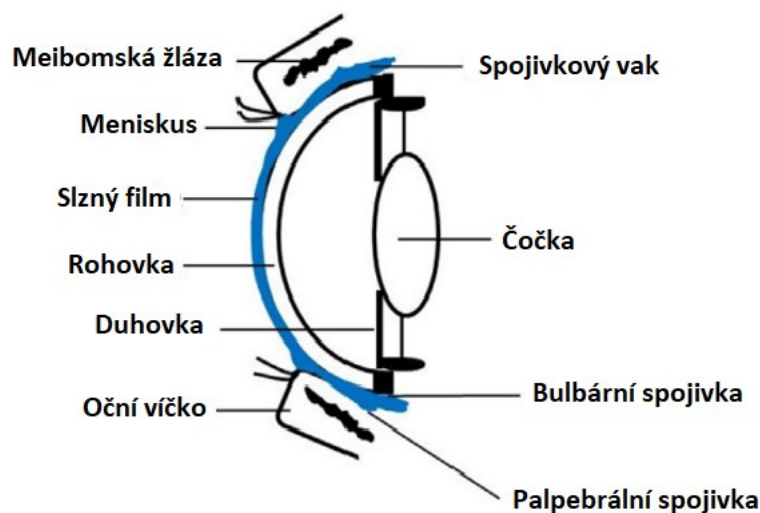
a udržuje vlhké prostředí nezbytné pro epitel, které zabraňuje jeho nežádoucímu rohovatění (6; 10).

Slzný film vyživuje rohovku poskytováním kyslíku a elektrolytů. V otevřeném oku slzy zprostředkovávají difúzi kyslíku z atmosféry. Ve studiích kontaktních čoček se využívá měření napětí kyslíku v slzách, spotřeba kyslíku rohovkou nositelů kontaktních čoček a také se hodnotí propustnost kyslíku různých druhů kontaktních čoček. Další nezbytnou složkou ze slz, pro metabolismus rohovky, jsou elektrolyty včetně draslíku, vápníku, hořčíku a chloridu sodného. Hlavní živinu pro oko představuje ovšem glukóza, která se do rohovky dostává z komorové vody (asi 90 %), ze slzného filmu a z cév rohovkového limbu (10).

Slzný film zlepšuje refrakční síly oka a poskytuje hladký optický povrch rohovky tím, že vyplní drobné oblasti nerovností povrchu v rohovkovém epitelu. Pokud je povrch slzného filmu nepravidelný, způsobuje snížení kvality obrazu na sítnici a může být také příčinou rozmazaného vidění spojeného se syndromem suchého oka. Tento syndrom se může zlepšit podáváním umělých slz (10).

Slzný film slouží také jako ochrana očí před škodlivým prostředím, bakteriemi a nečistotami (prachové částice, odpadní látky, nekrotické epiteliální buňky). Škodlivé prostředí zahrnující chemické i mechanické podněty výrazně zvyšuje sekreci slz, protože nežádoucí materiály a bublinky plynů jsou odplavovány z povrchu oka do slzných kanálků. Slzy obsahují antibakteriální složky (jako například lysozym, imunoglobuliny, transferin, laktotransferin), které chrání oči před bakteriální infekcí. Při zavření oka, kdy se zastaví pohyb víček a nedochází k mechanickému odstraňování cizorodých látek, chrání slzný film oko tím způsobem, že umožní přístup leukocytům. Dále dochází také ke zvyšování koncentrace IgA (Imunoglobulin A) a molekul komplementu v blízkosti povrchu oka (6; 10).

Kontaktní čočky nejsou v přímém kontaktu s očními tkáněmi, ale plavou na slzném filmu. Kvalita slzného filmu ovlivňuje úspěšnost aplikace kontaktních čoček (6). U uživatelů kontaktních čoček je často pocíťovaným příznakem oční diskomfort, za který může dysfunkce slzného filmu. Spolu se zlepšováním optické kvality kontaktních čoček je také potřeba vylepšovat jejich pohodlné nošení (10). Pro vyhodnocení vzájemné interakce se rozlišuje slzný film před aplikací kontaktních čoček a slzný film v průběhu nošení kontaktních čoček (6).



**Obrázek 3: Slzný film, převzato a upraveno z (10).**

Slzný film pokrývá celý povrch oka. Na obrázku 3 lze vidět, že obklopuje rohovku, spojivku a vnitřní víčka.

### 1.2.2 Mrkání

Mrkání je podstatnou součástí údržby povrchu oka, protože zajišťuje mechanickou ochranu, aktivuje slznou pumpu a stimuluje distribuci slzného filmu. Mrkání lze rozdělit na spontánní, dobrovolné nebo reflexní. Spontánní mrkání je charakterizováno podvědomou kontrakcí svalu *orbicularis oculi* s různým stupněm přiblížení víček. Reflexní mrkání je vyvoláno podněty, kterými jsou nociceptivní dráždivé látky na povrchu oka, jasné světlo a překvapivé sensorické podněty (11).

Řada pozorování mrkání pomocí vysokorychlostního videozáznamu naznačují, že horní víčko překrývá dolní víčko v sagitální rovině během úplného mrknutí, což se označuje jako „overblink“ (11).

Spontánní mrknutí jsou převážně neúplná. Neúplné mrkání má za následek zhoršenou distribuci slzného filmu po povrchu oka, sníženou tloušťku slzného filmu, zvýšenou míru odpařování a vyšší manifestaci klinických příznaků a symptomů suchého oka. Tyto příznaky jsou zejména spojeny se zrakově náročnými úkony, jako je používání digitálních displejů (11).

### 1.2.3 Rohovka

Rohovka je průhledná vnější vrstva oka skládající se z pěti vrstev: předního vícevrstevného epitelu, Bowmanovy membrány, stromatu, Descemetovy membrány

a jednovrstevného endotelu. Každá vrstva je složena ze specifické kombinace kolagenu, elastinu, fibronektinu, lamininu a proteoglykanu (12). Vícevrstevný epitel má velkou regenerační schopnost, takže drobné povrchové oděrky (eroze) epitelu se zcela vyhojí do 48 hodin po vzniku (6). Hlavní částí rohovky je stroma, které obsahuje lamely proplétající se pod různými úhly. V předním stromatu jsou lamely velmi hustě protkány, což zajišťuje biomechanickou pevnost pro udržení zakřivení rohovky. Lamely jsou tvořeny jedinečným rovnoměrným uspořádáním kolagenních vláken, které je regulováno proteoglykany. Právě toto uspořádání zajišťuje průhlednost celé rohovky od jejího centra až po periferní části (12).

#### **1.2.4 Mikrobiom očního povrchu**

Vnější povrch oka je řídce osídlen kultivovanými mikroorganismy a patogenní mikroorganismy jsou odstraňovány fyziologickými obrannými mechanismy očí (13).

Mezi nejčastější mikroorganismy izolované z očních víček patří grampozitivní bakterie, konkrétně koaguláza negativní stafylokoky, *Propionibacterium spp.* a *Corynebacterium spp.* Další druhy jsou *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Bacillus spp.* a *Bacteroides* (13).

Ve spojivkách se může nacházet malé množství anaerobních mikroorganismů, mezi nejčastější rody patří *Propionibacterium* a *Peptostreptococcus*. Gramnegativní mikroorganismy bývají ve zdravých očích přítomny přechodně, než že by byly trvalými kolonizátory. Plísně jsou méně časté (13).

### **1.3 Druhy kontaktních čoček**

Kontaktní čočky můžeme dělit podle různých kritérií. Při výběru vhodných kontaktních čoček se zohledňují důvody diagnostické, dále kvalita prostředí, v němž se klient převážně pohybuje s nasazenými čočkami či potřebná doba nošení (3).

Kromě uvedeného rozdělení níže se čočky mohou dále dělit podle způsobu výroby, podle doby použitelnosti a podle tvaru, tedy přední a vnitřní plochy (3).

#### **1.3.1 Materiály pro výrobu kontaktních čoček**

##### **1.3.1.1 Křemík a sklo**

Ve 20. století byly vyrobeny úspěšné pomůcky pro kontakt skla s tkání v podobě sklerálních kontaktních čoček. Křemík se v oftalmologických aplikacích využívá díky své

jedinečné průhlednosti a tuhosti skla. Křemík se používá v očních biomateriálech pro své užitečné vlastnosti v oblasti organických materiálů (14).

### **1.3.1.2 Polymery**

Jedinečné vlastnosti polymerů vyplývají ze schopnosti některých atomů spojovat se do stabilních vazeb. To je zcela odlišné od povahy skel, u nichž pevné látky drží pohromadě elektrostatické síly. Polymery jsou složeny z mnoha jednotek (monomerů) spojených do dlouhých řetězců. Právě obrovská délka polymerů v poměru k jejich průměru průřezu jim propůjčuje jedinečné vlastnosti jako je houževnatost a pružnost (14).

Polymery v oftalmologii spadají do oblasti organické chemie. Tyto polymery mohou být čistě přírodní například celulóza, modifikované přírodní polymery např. acetát celulózy nebo zcela syntetické např. PMMA (14).

Polymery na bázi křemíku mají některé vlastnosti, kterých sloučeniny na bázi uhlíku nedosahují. U kontaktních čoček mají výhodnou vlastnost v propustnosti kyslíku, ale nevýhodou je jejich voděodolnost (14).

V roce 1925 nahradil sklo PMMA (polymethylmetakrylát). Tento materiál byl trvanlivější, snadněji se vyráběl a vykazoval lepší oční kompatibilitu (14).

Čočky se mohou podle materiálu také dělit na: tvrdé, měkké hydrofilní a měkké hydrofobní (6).

## **1.3.2 Rozdělení podle velikosti čočky**

### **1.3.2.1 Sklerální**

Jedním z prvních typů kontaktních čoček byly sklerální čočky, které nesou veškerou nosnou část čočky na sklěře, zaklenou celou rohovku a obsahují rezervoár na slzy. Aby byla tato kritéria splněna, musí být minimální průměr jen o málo větší než průměr rohovky. Průměr sklerálních kontaktních čoček je přibližně nad 15 mm do 23-24 mm. Sklerální čočky byly postupně nahrazeny pohodlnějšími a snadněji nasaditelnými korneálními a měkkými čočkami (2; 15).

### **1.3.2.2 Semisklerální**

Semisklerální kontaktní čočky, též nazývané jako minisklerální a korneo-sklerální, jsou čočky se zamýšlenou nosnou plochou rozprostírající se přes periferní rohovku a přední sklěru (15). Průměr kontaktních semisklerálních čoček je v rozmezí 12-15 mm (3).

### **1.3.2.3 Korneální**

Korneální čočky jsou zcela podporovány rohovkou a nemají rezervoár na slzy (2). Kontaktní korneální čočky mají celkový průměr do 12 mm (15).

## **1.3.3 Rozdělení podle účelu použití**

### **1.3.3.1 Terapeutické**

Kontaktní čočky lze použít k terapeutickým účelům pro širokou škálu očních potíží. Terapeutické čočky se aplikují především za účelem ochrany nebo podpory hojení rohovky a také jako úleva od bolesti. Ačkoli primárně nejsou určeny pro refrakční korekci očí, mohou se použít pro zlepšení zrakové rehabilitace. Vývoj materiálů a nových technologií umožnil rozšířit využití terapeutických kontaktních čoček pro podávání léků (16).

### **1.3.3.2 Kosmetické**

Barevné kontaktní čočky se rozdělují na kosmetické čočky měnící barvu očí a protetické čočky, které mění vzhled postiženého (nevzhledného) oka. Pro protetické čočky se ovšem také často používá termín kosmetické čočky (17).

Kosmetické barevné čočky se pohybují od jednoduchých odstínů zvýrazňujících původní barvu očí až po neprůhledné čočky, které poskytují novou barvu očí. Barevné čočky mohou pomoci pacientům se stavy jako je světloplachost, diplopie, kolobom nebo aniridie. Pro korekci těchto stavů se využívají neprůhledné nebo částečně neprůhledné čočky a u některých stavů vyžadujících terapeutické čočky může být pro zlepšení vzhledu přínosem jejich zbarvení (17).

### **1.3.3.3 Korekční**

Korekční kontaktní čočky jsou určeny pro refrakční korekci očních vad, jako je astigmatismus, presbyopie, dalekozrakost a krátkozrakost (16; 18).

## **1.3.4 Rozdělení podle doby nošení**

### **1.3.4.1 Denní**

Čočky v režimu denního nošení jsou určeny pro nošení během bdění v rozmezí 8-16 hodin. Po vyjmutí z očí se čočky buď vyčistí a vydezinfikují pro přípravu na další období nošení nebo se v případě jednodenních čoček na jedno použití vyhodí (19).

Jednodenní kontaktní čočky jsou výsledkem pokroku ve výrobě kontaktních čoček, který vedl k nižším nákladům na jednotku čočky, což učinilo jednodenní čočky ekonomicky dostupné. Denní výměna kontaktních čoček nabízí řadu výhod pro pacienty jako je větší pohodlí, nákladová efektivita, výhody pro zdraví očí, snížené riziko infekce očí a lepší kompatibilita s okem. Přibližně 46 % předepsaných měkkých kontaktních čoček na světě jsou právě jednodenní (20).

### **1.3.4.2 Flexibilní**

Čočky nošené flexibilně se obvykle nosí denně s občasným nošením přes noc. Po vyjmutí z očí by měly být vždy buď vyčištěny a vydezinfikovány nebo vyřazeny (19).

### **1.3.4.3 Prodloužené**

Koncept prodlouženého nošení (až na 1 týden) nebo kontinuálního (nepřetržitého) nošení (až na 1 měsíc) je pro uživatele kontaktních čoček velmi přitažlivý, protože jim odpadnou některé starosti spojené s péčí o kontaktní čočky. Na světě bylo ovšem v roce 2015 předepsáno pouze přibližně 8 % měkkých čoček s prodlouženým nošením (21).

Mezi výhody patří žádná péče o čočky, jejich čištění, dezinfekci a časté nasazování. Mezi nevýhody se zahrnuje zvýšené riziko očních zánětů a nutná konzultace s očním specialistou, protože tento typ čoček není vhodný pro každého (21).

Mikrobiální keratitida je hlavním rizikem spojeným s nošením kontaktních čoček. Hlavním rizikovým faktorem při nošení čoček je spánek, který se nezměnil ani při zavedení materiálů s dostatečnou propustností pro kyslík, které eliminují hypoxické účinky spojené s hydrogelovými čočkami (21).

### **1.3.4.4 Kontinuální**

Kontinuální (nepřetržité) nošení (až na 1 měsíc) je popsáno společně s prodlouženým nošením kontaktních čoček (21).



## **1.4 Druhy roztoků pro kontaktní čočky**

Oplachování čoček v roztocích je velmi důležité, protože snižuje mikrobiální zátěž a dlouhodobé usazování látek na povrchu zejména usazování lipidů (13).

Roztoky pro kontaktní čočky musí být izotonické. Osmolarita lidských slz je přibližně 320 nmol/kg, což odpovídá 0,9% roztoku NaCl. Roztoky musí být acidobazicky vyvážené s rozmezím pH 6,6 – 7,8. Dále se u roztoků hlídá viskozita a dezinfekční účinnost (6).

### **1.4.1 Čistící roztoky**

Čistící roztoky se využívají pro odstranění bílkovin lipidů a hlenu z čoček. Hlavní účinnou složkou těchto roztoků jsou proteolytické enzymy. Pravidelné čištění snižuje míru usazování bílkovin. Složení čistících roztoků se často velmi liší (6).

### **1.4.2 Oplachovací roztoky**

Pro oplachování čoček se nejčastěji používají fyziologické roztoky 0,9% konzervované (pro trvalé použití). Nekonzervované fyziologické roztoky se v současnosti již moc nepoužívají z důvodu nebezpečí kontaminace čoček (13).

### **1.4.3 Chemické dezinfekční roztoky**

Chemické prostředky jsou součástí kombinovaných čistících a dezinfekčních roztoků (6). Účinnost chemických roztoků jako dezinfekce souvisí s koncentrací účinné látky, dobou expozice a formou podání. Musí být rovnováha mezi antimikrobiální aktivitou roztoku, oční toxicitou a pohodlím. Dezinfekční prostředky se obecně neutralizují organickými materiály účinně snižujícími koncentrace antimikrobiální látky (13).

#### **1.4.3.1 Dezinfekce peroxidem vodíku**

3% roztok peroxidu vodíku je účinný prostředek pro odstranění bakterií, plísní a virů. Podle typu mikroorganismu se doba expozice pohybuje od 10 minut do 4 hodin. Neutralizovaný peroxid působí i proti mikroorganismům v biofilmu (13).

Čočky se namočí do 3% roztoku peroxidu vodíku na dobu 10 minut a poté se z roztoku vyjmou a opláchnou fyziologickým neutralizačním roztokem. Čočky se uchovávají v suchu a před opětovným použitím se znovu vyčistí a opláchnou (3; 13). Tuto dezinfekci je možné

použit u měkkých kontaktních čoček z HEMA hydrogelu, které se vyměňují v delších intervalech. U měkkých kontaktních čoček s častější výměnou se nepoužívá (6).

#### **1.4.4 Skladovací roztoky**

Skladovací (nebo také konzervační) roztoky uchovávají kontaktní čočky vlhké. Tyto roztoky obsahují antibakteriální a zvlhčující látky, aby zabránily možné nežádoucí kontaminaci čočky (6).

Hydrogelová kontaktní čočka sundaná z oka musí být stále namočená v 0,9% roztoku NaCl a pH 7. Dříve se používal benzalkonium chlorid, který se ovšem absorboval na hydrofilní materiál nebo thiomersal. Nyní se používají polyquad a polyaminopropyl biquanid čili PABA (3; 6).

#### **1.4.5 Víceúčelové čisticí prostředky**

Nejčastěji se k čištění používají pro uživatele nejjednodušší víceúčelové čisticí prostředky. Víceúčelové čisticí roztoky jsou určeny k čištění, dezinfekci, oplachování, rehydrataci a skladování. Obvykle obsahují antibakteriální látky (jako jsou polymerní dezinfekční prostředky, které nejsou určeny k průniku do matrice čočky), povrchově aktivní látky a pufovací systém. Povrchově aktivní látky slouží k účinnému odstraňování lipidů (13).

Povrchově aktivní čisticí prostředky, jednoúčelové dezinfekční prostředky, víceúčelové roztoky a enzymatické čisticí prostředky mají určitou čisticí schopnost. Povrchové napětí roztoku musí být nižší než povrchové napětí čočky, aby roztok smácel čočku. Ke snížení povrchového napětí roztoku se používají povrchově aktivní látky měnící interakce mezi povrchovými molekulami (13).

#### **1.4.6 Pomocné látky, které zlepšují antimikrobiální účinky**

Kromě dezinfekčních roztoků se také používají pomocné látky, které zlepšují antimikrobiální účinky. Polymerní antimikrobiální látky jsou poměrně slabé v účincích proti houbám (kvasinkám a plísním), používají se tedy v kombinaci s pomocnými látkami (13).

Používá se například EDTA jako konzervační látka zesilující antimikrobiální účinky dezinfekčních roztoků. Kyselina boritá zesiluje účinnost polymerních antimikrobiálních látek. Dále se používá také ethanol působící proti zapouzdření virů některých virových skupin nebo isopropylalkohol (13).

## 1.5 Sterilita používání kontaktních čoček

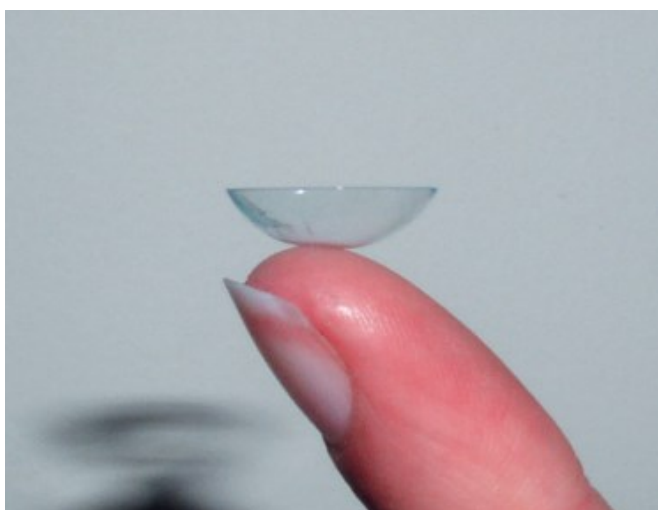
Kvalitní péče o kontaktní čočky je důležitá pro bezpečnost a úspěšnost nošení kontaktních čoček. Zanedbávání péče je jeden z důvodů, které přispívají k ukončení nošení kontaktních čoček. Při péči o čočky je důležitá účinnost, bezpečnost, pohodlí a udržení dobrého vidění (13).

Před jakoukoli manipulací s čočkami je nutné si precizně umýt ruce mýdlem, mýdlo opláchnout a ruce si osušit. Neumytí rukou před dotykem s čočkami je nebezpečné z hlediska vzniku infekcí rohovky (13).

Krémy a kosmetika obsahující oleje, tuky, vosky, parfémy a barviva by neměly přijít do kontaktu s kontaktními čočkami. Nejlépe se kontaktní čočky znečištěné kosmetikou vyčistí prostředkem s povrchově aktivními látkami (13).

## 1.6 Sterilita aplikace kontaktních čoček

Před aplikací kontaktních čoček je nutné si důkladně umýt ruce mýdlem, mýdlo opláchnout a ruce si osušit. Mýdlo by nemělo obsahovat oleje, detergenty, parfémy a nemusí být antibakteriální. Ručník nesmí pouštět vlákna. U měkkých kontaktních čoček je důležité si zkontrolovat, jestli je čočka obrácená na správnou stranu (čočka má mít tvar misky), můžeme vidět na obrázku číslo 4. Poté už se může přejít k samotné aplikaci čočky na rohovku (6; 22).



**Obrázek 4: Kontrola profilu měkké čočky (22).**

Kontrola profilu měkké čočky, zda je správně vysunutá a zda není poškozená. Pokud se okraje stáčí dolů, je čočka naruby.

Kontaktní čočky se aplikují rukou přímo na rohovku. V případě potřeby je možné využít alternativní způsoby manipulace s čočkami (22).

Pokud jsou metody pro vkládání nebo odstranění čoček neúspěšné, lze využít aplikátor tzv. přísavný držák. Při použití přísavného držáku je nezbytné, aby byla čočka vycentrovaná, jinak by mohlo dojít k poškození oka. Prísavný držák by měl být při každém použití vyčištěn roztokem pro uchovávání kontaktních čoček, vysušen a uložen do chladničky ve vhodném obalu (22).

Před vyjmutím čoček z oka je také velmi důležité si důkladně umýt a osušit ruce. Kontaktní čočky se po vyjmutí vyčistí a uloží do pouzdra na čočky, pokud nejsou jednodenní (6; 22).

## **1.7 Sterilita skladování kontaktních čoček**

Kontaktní čočky jsou dodávány ve sterilních, uzavíratelných a trvanlivých obalech. Čočky po otevření obalu přestávají být sterilní, protože se do nich můžou dostat kontaminanty z okolního prostředí, z výrobků pro péči o čočky nebo z rukou uživatele při manipulaci s čočkami. Mezi kontaminanty mohou patřit mikroorganismy živé i mrtvé, viry, priony, buněčné zbytky, složky slzného filmu (hlen, bílkoviny, lipidy), kosmetické přípravky a další (13).

Jednodenní kontaktní čočky by se měly po použití vyhodit, a proto nepotřebují skladovací ani čistící roztoky. Všechny ostatní čočky potřebují pro péči roztoky. K dispozici jsou různé systémy dezinfekce čoček v závislosti na typu a materiálu čoček. Obecně se doporučuje krok oplachování, poté následuje dezinfekční roztok pro skladování. To vše lze provést buď pomocí jednoho víceúčelového roztoku, anebo pomocí samostatného čistícího a skladovacího fyziologického roztoku. Čočky a roztoky na čočky musí být skladovány ve vhodném obalu v chladničce (22).

Pouzdro na čočky se také oplachuje fyziologickým roztokem a nechává vyschnout během nošení čoček. To samé platí pro víčko pouzdra. Další možností je pouzdro čistit zubním kartáčkem a poté vypláchnout. Pouzdro by se mělo pravidelně vyměňovat s každou novou lahvičkou roztoku nebo každé 2 až 3 měsíce (22).

## 2 BAKTERIE INFIKUJÍCÍ OČI

Bakterie mohou způsobit onemocnění invazí na oční tkáň a následnou replikací nebo produkcí toxinů a enzymů. Mrtvé bakterie mohou rovněž vylučovat toxiny. Toxiny aktivují imunitní systém a vyvolávají zánětlivou reakci. U gramnegativních bakterií je to endotoxin, který je příčinou závažných onemocnění (13).

Mezi nejčastější bakterie způsobující infekce očí spojené s kontaktními čočkami patří *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* a dále také *Chlamydia trachomatis* (13).

### 2.1 *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aeruginosa* je pohyblivá, gramnegativní, aerobní bakterie, která nezkvašuje laktózu a netvoří spory. Tvar má tyčinkovitý, štíhlý a je jednobuněčná. Často se vyskytuje v nemocnicích jako nozokomiální patogen a dále také v půdě a ve vodách. Objevuje se ve všech klimatických podmínkách a přežívá v optimálním teplotním rozmezí od 25 °C do 37 °C (23; 24).

Tato bakterie je oportunní patogen, který může způsobit mnohočetné infekce u pacientů s oslabenou imunitou. Často tedy způsobuje plicní infekce u pacientů s cystickou fibrózou. *Pseudomonas aeruginosa* je jedním z nejčastějších etiologických agens u nozokomiální pneumonie (zejména ventilátorové pneumonie), bakteriémie, folikulitidy, infekce očí (keratitida a konjunktivitida), infekce měkkých tkání a infekce močových cest související s katetrem močového měchýře (23; 24). Častěji se tato bakterie vyskytuje jako nozokomiální patogen, ale může být i komunitní (25).

Systémová infekce způsobená *Pseudomonas aeruginosa* je velmi závažný stav vyžadující rychlou diagnostiku. Představuje hlavní příčinu úmrtí při bakteriemii spojené se zdravotní péčí a většinu příčin úmrtí v důsledku gramnegativní systémové infekce (24).

*Pseudomonas aeruginosa* se nejčastěji podílí na hlavních infekcích získaných na jednotkách intenzivní péče. Její význam spočívá v závažnosti způsobovaných infekcí, výskytu u kriticky nemocných pacientů a problematice antimikrobiální léčby. Tato bakterie je vysoce rezistentní na antibiotika, která jsou první volbou v léčbě infekcí. Je vnitřně rezistentní k různým skupinám antibiotik a zároveň má schopnost získat rezistenci prakticky k jakémukoli

antibiotiku. V poslední době byla proti *Pseudomonas aeruginosa* (na obrázku č. 5) vyvinuta nová antibiotika i proti multirezistentním kmenům (23).



**Obrázek 5: Gram negativní *Pseudomonas aeruginosa* (26).**

Výsledek barvení gramnegativní bakterie *Pseudomonas aeruginosa*.

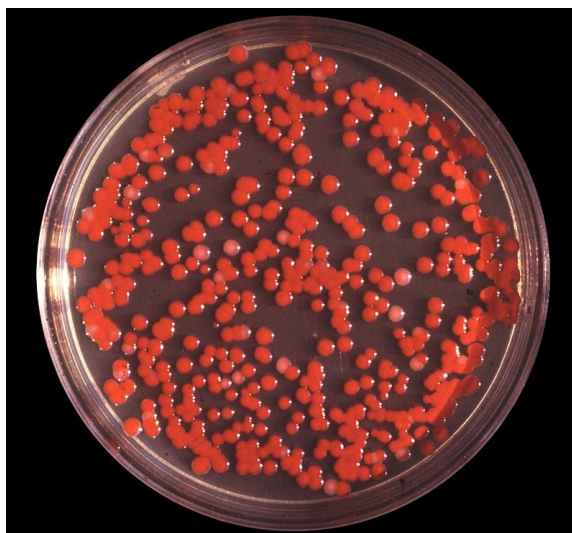
## **2.2 *Serratia marcescens***

*Serratia marcescens* (na obrázku č. 6) je gramnegativní tyčinkovitá bakterie a má tvar bacilu. Vyskytuje se přirozeně v půdě a vodě a při pokojové teplotě produkuje červený pigment (27).

*Serratia marcescens* je významný oportunní patogen, který způsobuje nozokomiální infekce spojené s vysokou úmrtností (28). Přenos se děje přímým kontaktem (27).

*Serratia marcescens* je často se vyskytující závažný patogen způsobující vážné bakteriémie, infekce močových cest, infekce dýchacích cest, meningitidu, infekce ran, sepsi a infekce očí. Některé její kmeny jsou rezistentní vůči běžným antibiotikům. *Serratia marcescens* infikuje vodní nádrže, krevní vaky, dezinfekční prostředky a některé plastové povrchy. Její faktory virulence zahrnují prodigiosin, lipázu, proteázu, hemolyzin, nukleázu a tvorbu biofilmu (29).

Schopnost tvorby biofilmu u bakteriálních patogenů zvyšuje riziko bakteriální patogenezise a ztěžuje léčbu. Struktura biofilmu pomáhá bakteriím uvnitř matrice vyvinout multirezistenci vůči chemickým baktericidním látkám a brání léčbě běžnými antibiotiky (29).



Obrázek 6: *Serratia marcescens* (30).

Kolonie *Serratia marcescens* na agarové plotně.

### 2.3 *Haemophilus influenzae*

*Haemophilus influenzae* je nepohyblivý, nesporulující, fakultativně anaerobní, gramnegativní kokobacil a striktně lidský oportunní patogen (31; 32). Běžně se vyskytuje jako součást fyziologické mikroflóry nosohltanu. Pro svůj růst v určitém prostředí vyžaduje dva faktory, a to protoporfyrin IX (faktor X) a nikotinamidadenindinukleotid (32).

Kmeny *Haemophilus influenzae* se rozlišují podle přítomnosti pouzdra. Lze je klasifikovat jako zapouzdřený *Haemophilus influenzae*, který je typizovatelný a netylizovatelný *Haemophilus influenzae* bez zapouzdření. Zapouzdřené kmeny způsobují invazivnější infekce než nezapouzdřené kmeny (32; 33).

Zapouzdřené kmeny se dále dělí na 6 sérotypů (a-f) na základě antigenních vlastností polysacharidu bakteriálního pouzdra a kritického faktoru virulence. Tento faktor virulence zprostředkovává invazi do krevního oběhu a tím způsobuje bakteriémii (33; 32). Další faktory virulence napomáhají kolonizaci a perzistenci v hostiteli, včetně složky vnější membrány lipooligosacharidu, adhezinů a proteázy IgA. *Haemophilus influenzae* využívá variability svých povrchových antigenů a tím se vyhýbá imunitní odpovědi hostitele (32).

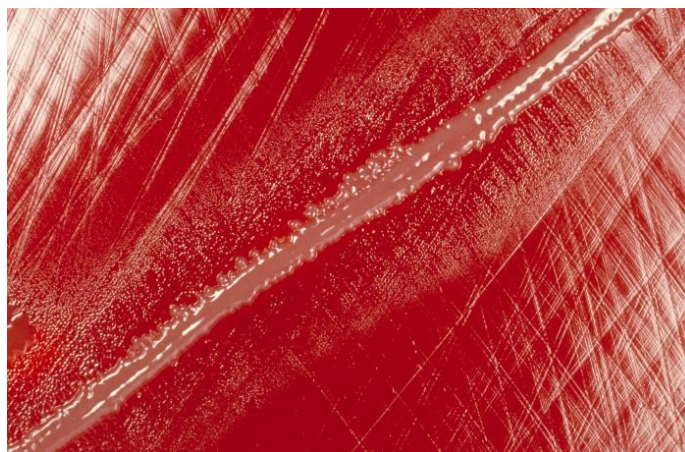
Nejvirulentnější ze všech šesti sérotypů je *Haemophilus influenzae* typu b. Tento sérotyp už není tolik rozšířený u onemocnění způsobených *Haemophilus influenzae*, protože od roku 1990 je součástí povinného očkování dětí. V současnosti je nejčastěji hlášeným sérotypem *Haemophilus influenzae* typu f (33).

*Haemophilus influenzae* nejprve vyvolává infekci horních cest dýchacích. Dále může způsobovat invazivní onemocnění, jako je meningitida, bakteriémie, epiglottitida, septický zánět, zánět středního ucha, pneumonie, zánět spojivky a další infekce (32; 33).

Bakteriémie způsobená touto bakterií se diagnostikuje zřídka, je život ohrožující s významnou mortalitou (31).

Tvorba biofilmu je důležitým faktorem infekcí zánětu středního ucha a může podporovat perzistence v horních cestách dýchacích (32).

Mezi rizikové faktory pro invazivní *Haemophilus influenzae* (na obrázku č. 7) patří maligní nádory, asplenie, agamaglobulinemie, AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome), poruchy způsobené užíváním alkoholu, chronická plicní onemocnění, dlouhodobé užívání steroidů, podstupování chemoterapie, radioterapie nebo transplantace kmenových buněk (33).



**Obrázek 7: *Haemophilus influenzae* (34).**

Satelitní růst *Haemophilus influenzae* okolo *Staphylococcus aureus*.

## **2.4 *Streptococcus pneumoniae***

*Streptococcus pneumoniae* (pneumokok) je grampozitivní, kataláza negativní, fakultativně anaerobní bakterie. Roste jako jednotlivé koky, jako diplokoky lancetovitého tvaru nebo se spojuje v řetězcích různé délky (35).

Výrazný nárůst nastává v podmínkách 5% oxidu uhličitého nebo v anaerobních podmínkách. Na krevním agaru se kolonie zpočátku zvedají, ale pak se zplošťují s centrální



prohlubní. Kolonie jsou viridující  $\alpha$ -hemolytické, obklopené hnědozeleným zbarvením média způsobené částečnou destrukcí červených krvinek. Kolonie se identifikují na základě jejich citlivosti k optochinu nebo latexového aglutinačního testu. Specifický typ pneumokoka se určí pomocí typizačních sér a mikroskopie (35).

Typově specifická identifikace probíhá na základě polysacharidového pouzdra, které obklopuje buněčnou stěnu. Bylo identifikováno devadesát imunologicky odlišných polysacharidů bakteriálního pouzdra v rámci 45 séro skupin. Většinu onemocnění způsobuje relativně málo typů (35).

*Streptococcus pneumoniae* se odlišuje od ostatních  $\alpha$ -hemolytických streptokoků podle fermentace sacharidů a rozpustnosti ve žluči (35).

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující pneumokokovou infekci patří virulence sérotypu, absence typově specifické humorální imunity a přítomnost virového onemocnění dýchacích cest. Virová infekce může být předchůdce nebo patogen působící zároveň se *Streptococcus pneumoniae* (35).

*Streptococcus pneumoniae* je fyziologickou součástí mikroflóry nosohltanu a kolonizuje horní cesty dýchací. Bakterie může způsobovat infekce středního ucha, vedlejších nosních dutin a infekce plic. Může také proniknout do krevního oběhu a vytvořit ložiska v mozkových blanách a na dalších místech (35). Pneumonie a sepsa se vyskytují zejména u malých dětí, starších osob a pacientů s oslabenou imunitou. Důležité je očkování, rychlá diagnostika a vhodná antibiotická léčba infekce způsobené *Streptococcus pneumoniae*, aby se snížila úmrtnost (36).

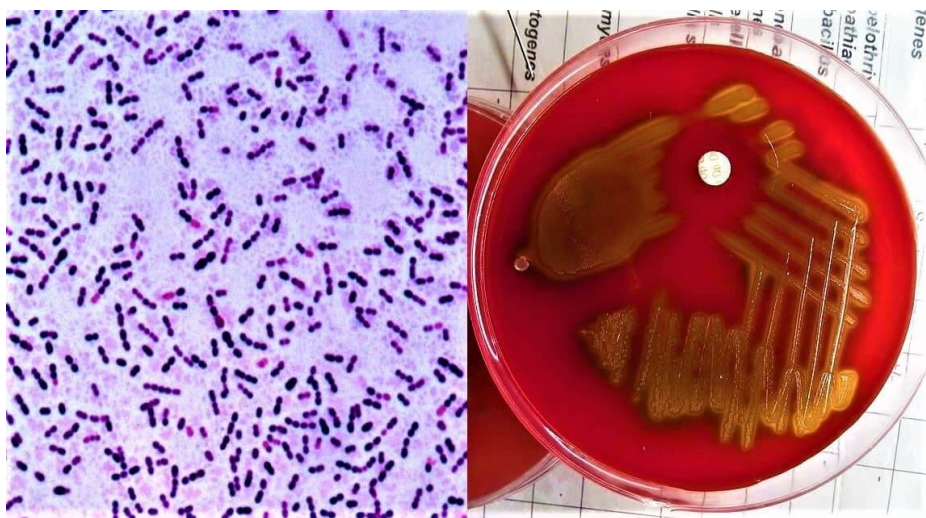
Ne všechny typy pneumokoků jsou stejně invazivní. Složení a kvalita polysacharidu pouzdra je hlavní faktor virulence. Kmeny produkující největší množství polysacharidu budou pravděpodobně nejvirulentnější (35).

Pneumokok se zapouzdří, když se dostane do krevního oběhu, na ochranu před imunitním systémem hostitele. Inhibuje fagocytózu neutrofilů a baktericidní aktivitu zprostředkovanou komplementem. Důležitými faktory virulence, které zprostředkovávají ochranu před imunitním systémem, jsou pneumolysin a pneumokokový povrchový protein A (35).

Pneumonie vzniká při porušení integrity epitelu dolních cest dýchacích virovou infekcí, chemickými (kortikosteroidy) nebo mechanickými (tekutina po srdečním selhání) faktory (35).

*Streptococcus pneumoniae* (na obrázku č. 8) je běžnou příčinou očních infekcí včetně těch se závažným průběhem. *Streptococcus pneumoniae* se podílí na očních infekcích, jako je konjunktivitida, mikrobiální keratitida, endoftalmitida, dakryocystitida a periokulární celulitida (37).

Hlavním přístupem k léčbě očních infekcí je používání lokálních širokospektrých antibiotik. Tento postup narušuje prospěšný oční mikrobiom a způsobuje rezistenci vůči antibiotikům. Je potřeba vyvinout nové neantibiotické alternativní terapie, které budou méně náchylné ke vzniku rezistence a šetrnější k očnímu mikrobiomu (37).



**Obrázek 8: *Streptococcus pneumoniae* (38).**

*Streptococcus pneumoniae* (pneumokok) obarvený podle Grama (vlevo) a na krevním agaru (vpravo).

## 2.5 *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* je grampozitivní, fakultativně anaerobní kok. *Staphylococcus aureus* je komenzální mikroorganismus běžně se vyskytující na kůži a sliznici. Jeho toxicita vyplývá ze schopnosti vylučovat různé exotoxiny, jež vedou k řadě onemocnění. Tyto toxiny mohou způsobovat i život ohrožující onemocnění (39).

V laboratorní diagnostice *Staphylococcus aureus* se provádí biochemické testy zahrnující barvení podle Grama a následnou kultivaci bakteriálního izolátu na agaru s manitolovou solí. Druh se dále charakterizuje enzymovými testy včetně katalázy (pozitivní

pro všechny druhy stafylokoků) a koagulázy (specifická pro *Staphylococcus aureus*). V případech potravinových otrav se doplňuje vyšetření fagotypizací (39).

Závažnou systémovou toxicitu způsobuje uvolnění stafylokokového enterotoxinu B – polyklonálního aktivátoru T-lymfocytů. Tento protein je klasifikován jako superantigen vyvolávající mimořádně silnou imunitní odpověď vazbou na histokompatibilní komplex typu II. (HLA II) na antigen prezentujících buňkách (39).

*Staphylococcus aureus* vyvolává syndrom toxického šoku pomocí superantigenu. Syndrom vzniká při aktivaci přibližně 20 % T-lymfocytů v těle, což vede k uvolnění velkého množství cytokinů (39).

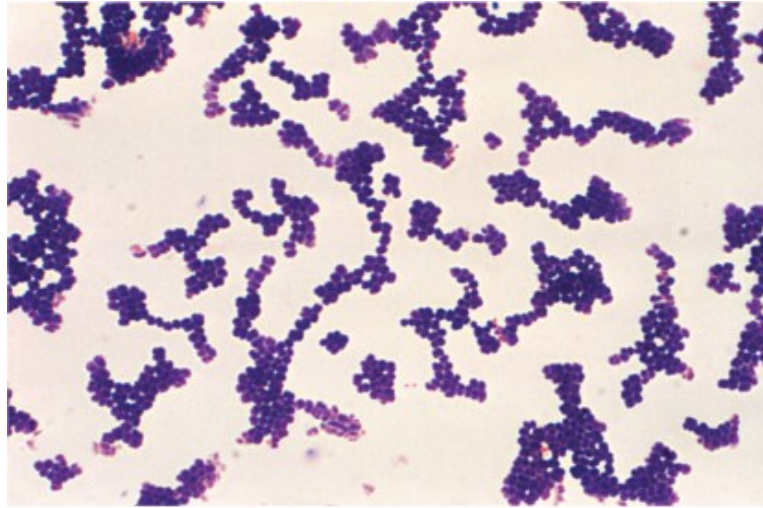
*Staphylococcus aureus* může také vytvářet exfoliativní exotoxiny, které jsou příčinou exfoliace kůže. Mezi další faktory virulence u *Staphylococcus aureus* se zahrnují povrchové proteiny pro kolonizaci tkání hostitele, invaziny pro šíření bakterií v organismu, povrchové inhibitory fagocytózy a enzymy poškozující buněčné membrány (39).

Sepse může nastat, pokud se bakterie dostane do těla, a to zejména u imunosuprimovaných pacientů. *Staphylococcus aureus* vstupuje do organismu přes porušenou kůži, sliznici nebo skrze perorální požití infikovaných potravin. Tato bakterie má schopnost přežít v suchém prostředí několik hodin až měsíců v závislosti na kmeni (39).

Meticilin rezistentní *Staphylococcus aureus* (MRSA) je vysoce infekční forma *Staphylococcus aureus* vykazující i velmi vysokou mortalitu spojenou s onemocněním (39).

Infekce vyvolané *Staphylococcus aureus* mohou vyústit v syndrom toxického šoku, nekrotizující fasciitidu, nekrotizující pneumonii, osteomyelitidu nebo aseptickou artritidu (39).

Koaguláza negativní stafylokoky a *Staphylococcus aureus* (na obrázku č. 9) jsou nejčastějšími bakteriemi objevující se na vnějším povrchu oka. Meticilin rezistentní *Staphylococcus aureus* (MRSA) je významnou příčinou různých očních infekcí ohrožujících zrak. MRSA je často izolováno při infekcích slzného vaku, infekce víček a keratitidě (40).



**Obrázek 9: *Staphylococcus aureus* (41).**

*Staphylococcus aureus* obarvený dle Grama.

## **2.6 *Chlamydia trachomatis***

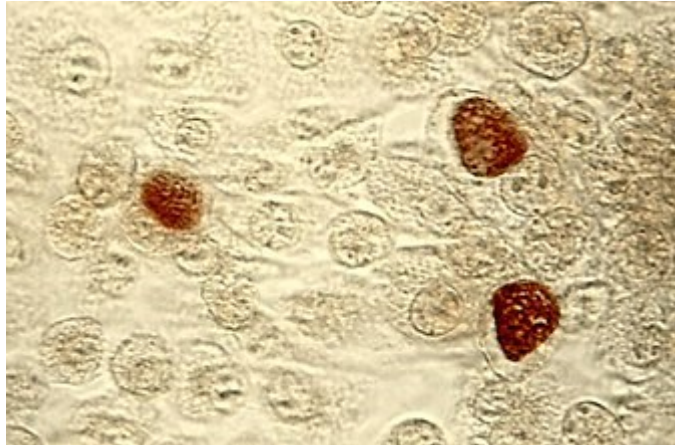
*Chlamydia trachomatis* je obligátní intracelulární patogen, který způsobuje širokou škálu onemocnění u lidí a zvířat. *Chlamydia trachomatis* je nejčastější příčinou bakteriálních pohlavně přenosných onemocnění (42).

Dříve se pro diagnostiku *Chlamydia trachomatis* používaly drahé a časově náročné kultivace. Jelikož je *Chlamydia trachomatis* obligátní intracelulární parazit, vyžaduje ke kultivaci živé hostitelské buňky pro podporu svého růstu. Na počátku roku 1990 se začaly využívat molekulární testy, tzv. amplifikační testy nukleových kyselin, které jsou citlivější a specifitější (42).

*Chlamydia trachomatis* prochází replikačním růstovým cyklem uvnitř buněk svého hostitele, což vede k buněčné smrti. Infekční částice zvaná elementární tělísko není metabolicky aktivní. Metabolicky aktivní se stává až po vstupu do hostitelské buňky ve fagozomu. V hostitelské buňce roste, rozmnožuje se binárním dělením a vylučuje z buňky nová infekční elementární tělíska pro infikování dalších buněk. Elementární tělíska mohou být přenesena na jiného hostitele prostřednictvím infikovaných sekrecí (42).

*Chlamydia trachomatis* způsobuje infekční onemocnění u žen, včetně cervicitidy, salpingitidy, akutního uretrálního syndromu, endometritidy, mimoděložní těhotenství, neplodnosti a pánevního zánětlivého onemocnění. U kojenců je to konjunktivitida a pneumonie. U mužů způsobuje uretritidy, proktitidy a epididymitidy (42).

*Chlamydia trachomatis* (na obrázku č. 10) je také spojována s trachomem, který zapříčiňuje infekční slepotu v rozvojových zemích (42). Trachom je nejčastější infekční příčina slepoty na světě způsobená chronickou infekcí spojivek. Trachom se léčí podáváním antibiotik, chirurgickým zákrokem, pečlivou hygienou obličeje a zlepšením životních podmínek (43).



**Obrázek 10:** *Chlamydia trachomatis* (44).

Inkluzní tělíska (hnědé) způsobené *Chlamydia trachomatis*.

### 3 INFEKCE OČÍ SPOJENÉ S KONTAKTNÍMI ČOČKAMI

Přestože se kontaktní čočky široce používají ke korekci zraku, zapříčiňují také řadu očních onemocnění, jako mikrobiální keratitida, akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami, periferní vřed vyvolaný kontaktními čočkami atd. (18).

#### 3.1 Míra přežívání bakterií v kontaktních čočkách

Kontaktní čočky jsou i při asymptomatickém nošení kolonizovány mikroorganismy pocházejícími z očních víček, roztoků pro péči o čočky, skladovacích pouzder, domácího vodního zdroje a enviromentálního prostředí (13).

Příčinou relativně nízké incidence zánětů spojivek je poměrně nízká teplota slzného filmu, oplachování očního povrchu slzami, mrkání a přítomnost lysozymu. Kontaktní čočky ovšem brání stíracímu efektu víček a pravděpodobně zvyšují teplotu slzného filmu. Mezi další problémy patří přichycování usazenin (např. prach) z okolí (6).

Bakterie jsou nejčastějším druhem kontaminujícím skladovací obaly kontaktních čoček. Mezi další kontaminanty asymptomatických nositelů patří plísně, a to zejména vláknité houby a kvasinky. Nejčastěji izolované druhy jsou např. *Aspergillus spp.*, *Candida spp.*, *Fusarium solarni*, *Cladosporidium spp.* a *Exophiala spp.* Amébová kontaminace kontaktních čoček u asymptomatických pacientů se zdá být poměrně vzácná (13).

Za určitých okolností působí kontaktní čočka jako vektor tím, že přenáší mikroorganismy na rohovku. Tento přenos může být způsoben kolonizací povrchu čočky mikroorganismy v oku nebo během skladování (13).

Při zánětech a infekcích rohovky se na čočkách vyskytuje velké množství gramnegativních bakterií např. *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Haemophilus influenzae* nebo grampozitivní *Streptococcus pneumoniae*. Tyto bakterie vyvolávají akutní zarudnutí očí neboli syndrom rudého oka nejčastěji související s kontaminací kontaktních čoček (13).

Periferní vřed souvisí s kontaminací čoček grampozitivními bakteriemi, jako jsou *Staphylococcus aureus* a *Streptococcus pneumoniae*. U mikrobiální keratitidy se často shoduje izolační nález z rohovky a z kontaktních čoček (13).

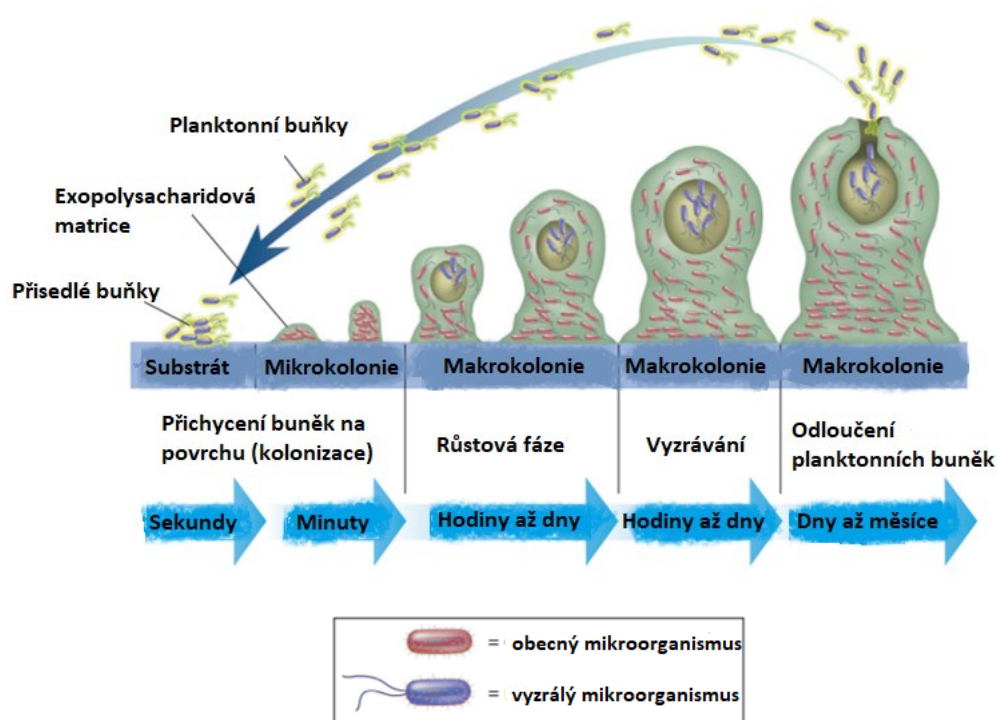
Bakterie se mohou přichytit na povrch nošených i nenošených čoček v dostatečné míře, aby mohlo dojít k jejich kolonizaci. Při kolonizaci čoček jsou mikroorganismy ovlivněny

adsorbovanými složkami slz, materiálem a vlastnostmi povrchu čoček. U bakterií záleží, o jaký se jedná druh, jaké má fenotypové charakteristiky a také jsou důležité jeho požadavky na adhezi a růst. Bakterie rostou a tvoří mikrokolonie uzavřené glykokalyxem, které se zvětšují a na inertních površích vytváří biofilm (13).

### 3.1.1 Biofilm

Biofilm je příznivé adherentní prostředí, kde se množí a rostou mikroorganismy. Mikroorganismy jsou zde ochráněny před imunitními obrannými mechanismy hostitele a před účinky antibiotik. Pohyblivé bakteriální (planktonní) buňky se uvolňují z těla biofilmu, aby napadly a kolonizovaly povrchy okolních tkání (13).

Tvorba biofilmu na čočkách způsobuje zvýšený počet mikroorganismů a jejich prodloužené působení na rohovku. Bakteriální biofilm na čočkách nebo v pouzdře pro jejich skladování zvyšuje rezistenci bakterií vůči antimikrobiálním složkám systému péče o kontaktní čočky. Mikroorganismy přežívající na povrchu čoček mohou tkáň poškozovat přímo nebo prostřednictvím produkce toxinů (13; 18).



**Obrázek 11: Schéma tvorby biofilmu, převzato a upraveno z (13).**

Schéma tvorby bakteriálního biofilmu od adheze buněk na inertní povrch až po makrokolonie a odloučení planktonních buněk.

### 3.1.2 Antimikrobiální kontaktní čočky

Zejména kvůli možné kontaminaci čoček se objevila snaha vyvíjet antimikrobiální kontaktní čočky. V současné době nejsou žádné komerčně dostupné. V řešení jsou různé strategie, jako například impregnace antimikrobiálních látek do polymeru, aby se z čoček nevyplavovaly. Antimikrobiální aktivita by mohla být neutralizována usazováním složek slzného filmu. Naopak vyplavování antimikrobiálních látek z kontaktních čoček do slzného filmu by mohlo být klasifikováno jako podávání léčiv a předepisování těchto čoček by mohlo být o to složitější (13).

## 3.2 Mikrobiální keratitida

Mikrobiální keratitida může být bakteriálního, virového, plísňového nebo akantamébového původu. Infekce rohovky neboli mikrobiální keratitida je nejzávažnější onemocnění spojené s nošením kontaktních čoček, protože ohrožuje zrak. U nositelů čoček je většina infekcí způsobena bakteriemi. Typ bakterie vyvolávající infekci se liší podle podnebí a prostředí. Například bakteriální keratitida způsobená *Pseudomonas aeruginosa* se vyskytuje v teplejším podnebí na rozdíl od keratitidy způsobené *Staphylococcus aureus*, která převažuje v chladnějším podnebí. Malý počet případů je způsoben prvokem *Acanthamoeba* a plísněmi, tyto infekce bývají závažnější než bakteriální keratitida (18; 45).

Pro diagnostiku rohovkové infekce se používá kultivace rohovky. Kultivace rohovky je citlivá pouze z 50 %, ale je nezbytná u rozsáhlých vředů nebo při podezření na neobvyklé virulentní mikroorganismy. Další metodou diagnostiky je PCR (polymerázová řetězová reakce), při níž se odebírá mikrobiální DNA. Tato metoda je vysoce citlivá, ale nedokáže rozlišit živé a mrtvé mikroorganismy (45).

Zásadním problémem při léčbě mikrobiální keratitidy je podobnost počátečních příznaků s periferním vředem. To často vede k nesprávné diagnóze a opožděnému zahájení léčby, což může vést k poškození zraku (18).

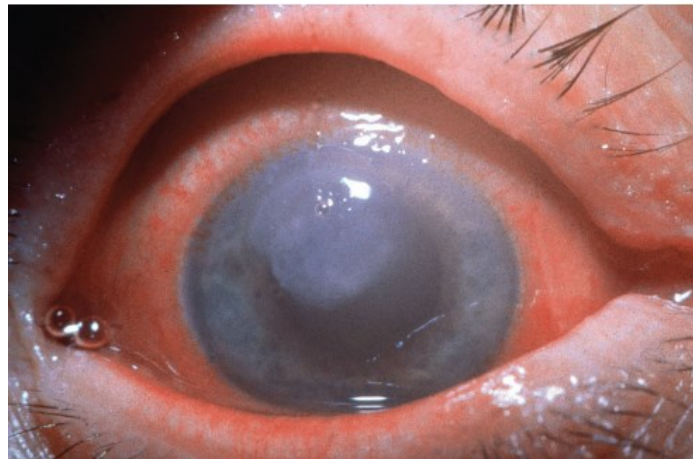
Mezi běžné příznaky bakteriální keratitidy patří světlolachost, bolest, zarudnutí, zhoršené vidění a výtok. Projevy keratitidy jsou ložiskový infiltrát a vřed kdekoli na rohovce. Ložiskové infiltráty obsahují mikroby, zánětlivé buňky a nekrotickou tkáň. Rohovka je postižena zánětem nebo také edémem zasahujícím i okolní tkáň. Dalšími projevy jsou zhoršené vidění, spojivkové cévy prorostlé očním pozadím po celém povrchu oka v důsledku silné zánětlivé reakce (45).



Keratitida zapříčiněná *Pseudomonas aeruginosa* (na obrázku č. 12) spojená s nošením kontaktních čoček může rychle progredovat a projevuje se edémem rohovky a prstencovitým abscesem (45).

*Acanthamoeba* je druh jednobuněčného prvoka žijícího ve vzduchu, půdě a vodě (45). Tento prvok je schopen dlouhou dobu přežívat ve formě spor. Při akantamébové keratitidě působí jako patogen. Infekce rychle vede k rohovkovému vředu a hrozí zde perforace rohovky a ztráta oka (6).

Druhy hub, které způsobují keratitidu u pacientů s kontaktními čočkami, jsou plísně *Aspergillus* a *Fusarium*. Uživatelé kontaktních čoček, kteří žijí nebo nedávno cestovali do tropických oblastí, mají vyšší riziko plísňové keratitidy v důsledku příznivých klimatických podmínek (45).



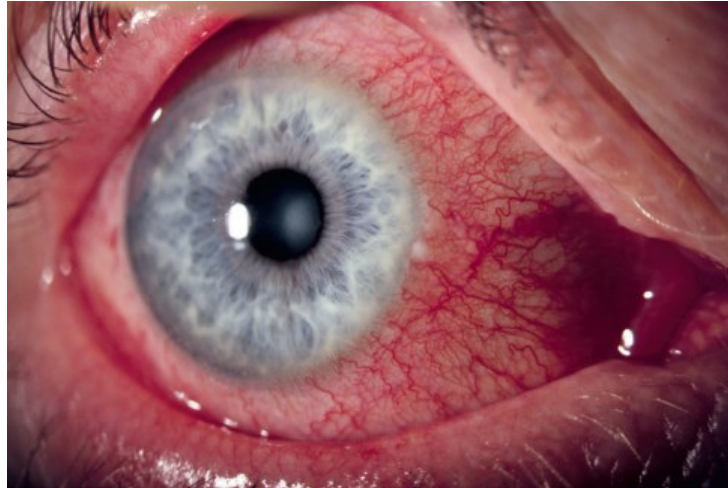
**Obrázek 12: Mikrobiální keratitida způsobená *Pseudomonas aeruginosa* (45).**

Velký vřed způsobený *Pseudomonas aeruginosa* s edémem rohovky.

### **3.3 Akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami**

Akutní zarudnutí oka (na obrázku č. 13) je toxická reakce na kolonizaci kontaktních čoček gramnegativními bakteriemi. Převažujícími patogeny jsou druhy *Haemophilus*, přičemž v polovině případů je současně přítomná infekce horních cest dýchacích (45).

Mezi příznaky patří difuzní zarudnutí spojivek, roztroušené drobné infiltráty a difuzní zánět. Projevy onemocnění jsou zarudnutí, světloplachost a vodnatý výtok. Poměrně běžná je recidiva onemocnění, takže je třeba změnit způsob a dobu nošení (45).



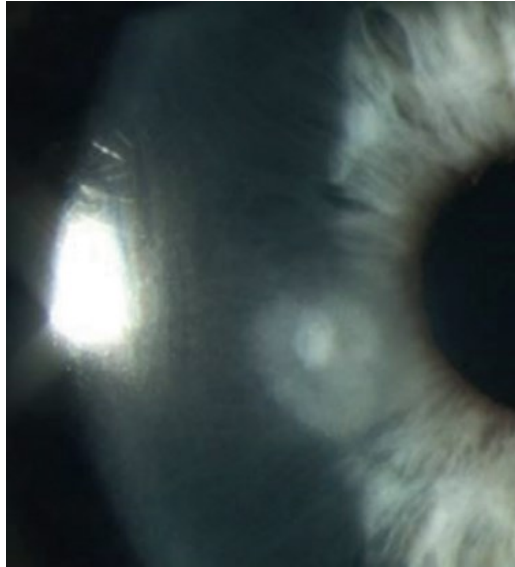
**Obrázek 13: Akutní zarudnutí očí spojené s kontaktními čočkami (45).**

Vyznačuje se generalizovaným zarudnutím s roztroušenými periferními subepiteliálními infiltráty.

### **3.4 Rohovkový vřed**

Rohovkový vřed (obrázek č. 14) je nejčastěji způsoben nedostatečnou péčí o kontaktní čočky a překročením dané doby nošení. Kontaktní čočka je kolonizována gramnegativními a grampozitivními bakteriemi. Nejčastějším patogenem je *Pseudomonas aeruginosa* (6; 45).

Příznaky akutní fáze rohovkového vředu se projevují malým kruhovým infiltrátem na periferii rohovky a lokálním zarudnutím, které může být pod víčkem a pacient si ho nemusí všimnout. Projevy zahrnují světlou zraženinu, slzení a nepříjemné pocity. Rohovkový vřed zanechává kulatou jizvu „býčího oka“ s méně hustou centrální částí. Kulaté asymptomatické jizvy ukazují na samovolně se opakující recidivující onemocnění (45).



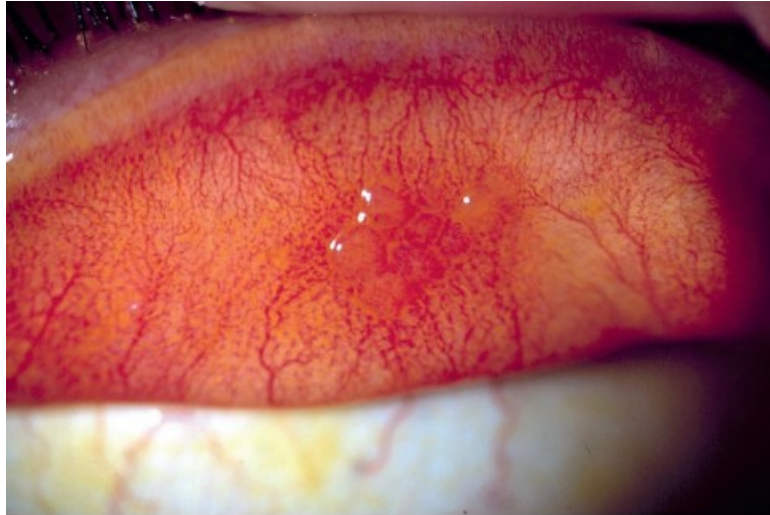
**Obrázek 14: Periferní vřed (45).**

Aktivní periferní vřed způsobený nošením kontaktních čoček.

### **3.5 Konjunktivitida (zánět spojivek)**

Konjunktivitida neboli zánět spojivek (na obrázku č. 15) je charakterizována příznaky svědění, výtokem a nesnášenlivostí kontaktních čoček (45). Mezi nejčastější patogeny patří *Chlamydia trachomatis* a *Pseudomonas aeruginosa* (23; 42).

Mezi projevy patří přítomnost malých i velkých papil a zarudnutí horní části spojivky. Nástup tohoto onemocnění je pozvolný a příznaky většinou ustoupí po vyjmutí kontaktních čoček (45).



**Obrázek 15: Konjunktivitida neboli zánět spojivek (45).**

Lokální papilární reakce spojená s nošením silikon-hydrogelových čoček.

### **3.6 Ostatní záněty rohovky**

Ostatní záněty rohovky se mohou vyskytovat idiopaticky při nošení kontaktních čoček nebo v reakci na četné podněty, jako je např. trauma, alergie a toxická reakce. Pro diagnostiku je důležitá pečlivá anamnéza a klinické vyšetření (45).

Příznaky se mohou pohybovat od asymptomatických až po pocit cizího tělesa v oku a bolest (45).

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat vztah mezi kontaktními čočkami a bakteriemi. Tato práce je zaměřena pouze na teoretický popis kontaktních čoček, bakterií infikujících oči a na infekce očí spojené s kontaktními čočkami.

V první kapitole se věnují podrobnému popisu kontaktních čoček. Nejdříve jsem se zaměřila na jejich historii a vývoj. Nemohla jsem vynechat profesora Ottu Wichterleho, jehož práce byla zásadním přínosem ve vývoji moderních čoček. Popsala jsem fyziologické obranné mechanismy oka, jako je mrkání, slzný film, oční mikrobiom a rohovka. Kontaktní čočky jsem rozdělila podle jejich materiálu, velikosti, účelu použití a podle doby nošení. Blíže jsem rozdělila druhy roztoků používaných v péči o kontaktní čočky na čistící, skladovací, oplachovací, dezinfekční a víceúčelové. Ke konci první kapitoly jsem se zaměřila na péči o kontaktní čočky, díky níž se předchází jejich kontaminaci. V péči o kontaktní čočky je důležité se věnovat správným hygienickým postupům při jejich používání, aplikaci a skladování.

V druhé kapitole jsem blíže specifikovala konkrétní bakterie infikující oči související s kontaktními čočkami. Zaměřila jsem se na jejich charakteristiku, laboratorní diagnostiku, faktory virulence a na typická onemocnění, která způsobují.

Ve třetí, a tedy poslední kapitole jsem se věnovala infekcím očí spojených s kontaktními čočkami. Popsala jsem zde míru přežívání bakterií v kontaktních čočkách, čím jsou mikroorganismy ovlivněny při jejich kolonizaci a rizika spojená s tvorbou biofilmu. Také jsem zde nastínila téma antimikrobiálních kontaktních čoček. Na závěr této práce jsem se zabývala konkrétními infekcemi očí s popisem jejich příznaků a projevů.

## POUŽITÁ LITERATURA

1. NAROO, Shehzad A., Paramjit GHATAORE, Martin CARDALL a Waheeda ILLAHI. Contact lens prescribing trends in the UK hospital eye service. *Contact Lens and Anterior Eye* [online]. 2022 [cit. 2022-07-19]. ISSN 13670484. Dostupné z: doi: 10.1016/j.clae.2022.101594
2. LAMB, Jacqueline a Tim BOWDEN. The History of Contact Lenses. *Contact Lenses* [online]. Elsevier, 2019, 2-17 [cit. 2022-03-25]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00001-5
3. PETROVÁ, Sylvie. Základy aplikace kontaktních čoček. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2004. ISBN 80-701-3399-6.
4. AUTOR NEUVEDEN. Oculus [online]. [cit. 19.7.2022]. Dostupné z: <https://www.oculusnorwich.co.uk/faq-s.html>
5. BENNETT, Edward S. a Barry A. WEISSMAN. Clinical contact lens practice [online]. Philadelphia, USA: Lippincott Williams a Wilkins, 2005 [cit. 2022-07-19]. ISBN 0-7817-3705-2. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=yq5\\_QfbP8HQC&oi=fnd&pg=PA22-IA1&ots=awQxvsUXYj&sig=RO7oMsdns\\_kS3Tm0YNb3O3FUBgw&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=yq5_QfbP8HQC&oi=fnd&pg=PA22-IA1&ots=awQxvsUXYj&sig=RO7oMsdns_kS3Tm0YNb3O3FUBgw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
6. SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. Kontaktní čočky. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2003. ISBN 80-701-3387-2.
7. Profesor Otto Wichterle (1913-1998). Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [online]. Praha: Oddělení komunikace, 2014 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://www.vscht.cz/skola/historie/wichterle>
8. DOANE, M. G. Dynamics of the Human Blink. *Plastische Chirurgie der Lider und Chirurgie der Tränenwege* [online]. Munich: J.F. Bergmann-Verlag, 1980, 13-17 [cit. 2022-07-09]. Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft. ISBN 978-3-8070-0321-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-87882-4\_2
9. KHANNA, Raoul K, Sophie CATANESE, Patrick EMOND, Philippe CORCIA, Hélène BLASCO a Pierre-Jean PISELLA. Metabolomics and lipidomics approaches in human tears:

A systematic review. Survey of Ophthalmology [online]. 2022 [cit. 2022-04-10]. ISSN 00396257. Dostupné z: doi:10.1016/j.survophthal.2022.01.010

10. YOU, Jingjing, Mark D. WILLCOX, Michele C. MADIGAN, et al. Tear Fluid Protein Biomarkers [online]. Elsevier, 2013, 151-196 [cit. 2022-04-10]. Advances in Clinical Chemistry. ISBN 9780128000960. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-800096-0.00004-4

11. SHEW, William, Alex MUNTZ, Simon J. DEAN, Heiko PULT, Michael T.M. WANG a Jennifer P. CRAIG. Blinking and upper eyelid morphology. Contact Lens and Anterior Eye [online]. Munich: J.F. Bergmann-Verlag, 2022, 13-17 [cit. 2022-07-08]. Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft. ISBN 978-3-8070-0321-4. ISSN 13670484. Dostupné z: doi:10.1016/j.clae.2022.101702

12. AKHTAR, Saeed, Adrian SMEDOWSKI, Ali MASMALI, et al. Effect of Ultraviolet-A and Riboflavin treatment on the architecture of the center and periphery of normal rat cornea: 7 days post treatment. Experimental Eye Research [online]. 2022, 219. [cit. 2022-07-09]. ISSN 00144835. Dostupné z: doi:10.1016/j.exer.2022.109064

13. WILLIAMS, Lewis, Fiona STAPLETON a Nicole CARNT. Microbiology, Lens Care and Maintenance. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 65-96 [cit. 2022-07-12]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00004-0

14. TIGHE, Brian J. a Aisling MANN. Contact Lens Materials. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 18-31 [cit. 2022-07-09]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00002-7

15. PULLUM, Ken a Jennifer MCMAHON. Scleral Lenses. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 289-305 [cit. 2022-07-09]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00014-3

16. TROMANS, Cindy. Therapeutic Contact Lenses. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 477-485 [cit. 2022-07-10]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00026-X

17. CURTIS, Michael a Grant WATTERS. Cosmetic and Prosthetic Contact Lenses. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 463-476 [cit. 2022-07-10]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00025-8

18. KHAN, Shakeel Ahmad a Chun-Sing LEE. Recent progress and strategies to develop antimicrobial contact lenses and lens cases for different types of microbial keratitis. *Acta Biomaterialia* [online]. 2020, 113, 101-118 [cit. 2022-07-26]. ISSN 17427061. Dostupné z: doi:10.1016/j.actbio.2020.06.039
19. JONES, Lyndon a Kathy DUMBLETON. Soft Contact Lens Fitting. *Contact Lenses* [online]. Elsevier, 2019, 207-222 [cit. 2022-07-11]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00010-6
20. EFRON, Nathan, Lyndon W. JONES, Phillip B. MORGAN a Jason J. NICHOLS. Bibliometric analysis of the literature relating to silicone hydrogel and daily disposable contact lenses. *Journal of Optometry* [online]. 2022, 15(1), 44-52 [cit. 2022-07-10]. ISSN 18884296. Dostupné z: doi:10.1016/j.optom.2021.05.003
21. PAPAS, Eric B., Deborah F. SWEENEY, Desmond FONN a Helen A. SWARBRICK. Extended and Continuous Wear Lenses. *Contact Lenses* [online]. Elsevier, 2019, 237-264 [cit. 2022-07-10]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00012-X
22. ATKINSON, Kerry. Patient Management. *Contact Lenses* [online]. Elsevier, 2019, 307-316 [cit. 2022-07-13]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00015-5
23. DÍAZ SANTOS, E., C. MORA JIMÉNEZ, L. DEL RÍO-CARBAJO a P. VIDAL-CORTÉS. Treatment of severe multi-drug resistant *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Medicina Intensiva (English Edition)* [online]. 2022 [cit. 2022-07-23]. ISSN 21735727. Dostupné z: doi:10.1016/j.medine.2022.06.014
24. DAMALE, Manoj G., Rajesh PATIL, Siddique Akber ANSARI, Hamad M. ALKAHTANI, Sarfaraz AHMED, Mohammad NUR-E-ALAM, Rohidas AROTE a Jaiprakash SANGSHETTI. Insilico structure based drug design approach to find potential hits in ventilator-associated pneumonia caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *Computers in Biology and Medicine* [online]. 2022, 146 [cit. 2022-07-23]. ISSN 00104825. Dostupné z: doi:10.1016/j.combiomed.2022.105597
25. DIX, Laura M.L., Inge DE GOEIJ, Olivier C. MANINTVELD, Juliëtte A. SEVERIN a Nelianne J. VERKAIK. *Pseudomonas aeruginosa* left ventricular assist device (LVAD) driveline infection acquired from the bathroom at home. *American Journal of Infection Control*. [online]. 2022 [cit. 2022-07-23]. ISSN 01966553. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajic.2022.04.011



26. NAHAR, Shamsun. ResearchGate [online]. [cit. 23.7.2022]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/Grams-staining-result-of-small-rod-gram-negative-Pseudomonas-aeruginosa-100X-objective\\_fig1\\_309241454](https://www.researchgate.net/figure/Grams-staining-result-of-small-rod-gram-negative-Pseudomonas-aeruginosa-100X-objective_fig1_309241454)
27. BUCKLE, Jane. Infection. Clinical Aromatherapy [online]. Elsevier, 2015, 130-167 [cit. 2022-07-24]. ISBN 9780702054402. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-5440-2.00007-3
28. NAKANISHI, N., S. KOMATSU, T. IWAMOTO a R. NOMOTO. Characterization of a novel plasmid in *Serratia marcescens* harbouring blaGES-5 isolated from a nosocomial outbreak in Japan. Journal of Hospital Infection [online]. 2022, 121, 128-131 [cit. 2022-07-24]. ISSN 01956701. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhin.2021.11.022
29. PUGAZHENDHI, Arivalagan, Thangavel MATHIMANI, Sulaiman Ali ALHARBI, Arunachalam CHINNATHAMBI, Indira KARUPPUSAMY, Kathirvel BRINDHADEVI, Kantaporn KHEAWFU a Surachai PIKULKAEW. In vitro efficacy of green synthesized ZnO nanoparticles against biofilm and virulence of *Serratia marcescens*. Progress in Organic Coatings [online]. 2022, 166 [cit. 2022-07-24]. ISSN 03009440. Dostupné z: doi:10.1016/j.porgcoat.2022.106781
30. AUTOR NEUVEDEN. en.Wikipedia.org [online]. [cit. 23.7.2022]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Serratia\\_marcescens#/media/File:Serratia\\_marcescens.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Serratia_marcescens#/media/File:Serratia_marcescens.jpg)
31. TIEWSOH, Jutang Babat Ain, Parakriti GUPTA, Archana ANGRUP a Pallab RAY. Haemophilus influenzae bacteremia: A 5-year (2016–2020) retrospective study analysing the clinical and laboratory features. Indian Journal of Medical Microbiology [online]. 2022 [cit. 2022-07-24]. ISSN 02550857. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijmmb.2022.05.009
32. JOHNSTON, J.W. a M.A. APICELLA. Haemophilus Influenzae. Encyclopedia of Microbiology [online]. Elsevier, 2009, 153-162 [cit. 2022-07-24]. ISBN 9780123739445. Dostupné z: doi:10.1016/B978-012373944-5.00174-7
33. SINGH, Vivek, Sowmya NANJAPPA, Smitha PABBATHI a John N. GREENE. Invasive Haemophilus influenzae Infection in Patients with Cancer. Cancer Control [online]. 2017, 24(1), 66-71 [cit. 2022-07-24]. ISSN 1073-2748. Dostupné z: doi:10.1177/107327481702400111
34. HERNANDEZ, Jesus. wikidoc.org [online]. [cit. 24.7.2022]. Dostupné z: [https://www.wikidoc.org/index.php/File:Haemophilus\\_influenzae07.jpeg](https://www.wikidoc.org/index.php/File:Haemophilus_influenzae07.jpeg)

35. PETER, Georges a Jerome O. KLEIN. Streptococcus pneumoniae. Principles and Practice of Pediatric Infectious Disease [online]. Elsevier, 2008, 725-733 [cit. 2022-07-24]. ISBN 9780702034688. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-3468-8.50129-2
36. YU, Hui-Jin, Tae Yeul KIM, Hyang Jin SHIM, Sun Ae YUN, Ji-Youn KIM, On Kyun KANG, Hee Jae HUH a Nam Yong LEE. Comparison between the STANDARD™ F S. Pneumoniae Ag FIA and BinaxNOW S. Pneumoniae Antigen Card for Detection of Streptococcus Pneumoniae Urinary Antigen. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease [online]. 2022, 104(1) [cit. 2022-07-24]. ISSN 07328893. Dostupné z: doi:10.1016/j.diagmicrobio.2022.115725
37. SILVA, Maria Daniela, Camille ANDRÉ a Paulo J.M. BISPO. Targeted killing of ocular Streptococcus pneumoniae by the phage endolysin MSlys. Ophthalmology Science [online]. 2022 [cit. 2022-07-24]. ISSN 26669145. Dostupné z: doi:10.1016/j.xops.2022.100193
38. BATRA, Sahil. Paramedics World [online]. [cit. 24.7.2022]. Dostupné z: <https://paramedicsworld.com/streptococcus-pneumoniae-pneumococcus/morphology-culture-characteristics-of-streptococcus-pneumoniae-pneumococcus/medical-paramedical-studynotes>
39. LEUNG, Y.L. Staphylococcus aureus. Encyclopedia of Toxicology [online]. Elsevier, 2014, 379-380 [cit. 2022-07-24]. ISBN 9780123864550. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-386454-3.00539-X
40. NITHYA, Velusamy, Sivakumar RATHINAM, Rajapandian SIVA GANESA KARTHIKEYAN a Prajna LALITHA. A ten year study of prevalence, antimicrobial susceptibility pattern, and genotypic characterization of Methicillin resistant Staphylococcus aureus causing ocular infections in a tertiary eye care hospital in South India. Infection, Genetics and Evolution. [online]. 2019, 69, 203-210 [cit. 2022-07-25]. ISSN 15671348. Dostupné z: doi:10.1016/j.meegid.2019.01.031
41. AUTOR NEUVEDEN. ebrary.net [online].[cit.24.7.2022], Dostupné z: [https://ebrary.net/67955/health/staphylococcus\\_aureus](https://ebrary.net/67955/health/staphylococcus_aureus)
42. GAYDOS, Charlotte A. Chlamydia trachomatis. Women and Health [online]. Elsevier, 2013, 445-459 [cit. 2022-07-25]. ISBN 9780123849786. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384978-6.00029-7

43. RENNEKER, Kristen K, Mariamo ABDALA, James ADDY, et al. The Lancet Global Health [online]. 2022, 10(4) [cit. 2022-07-25]. ISSN 2214109X. Dostupné z: doi:10.1016/S2214-109X(22)00050-X
44. AUTOR NEUVEDEN. wikiskripta.eu [online]. [cit.24.7.2022]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Chlamydia\\_trachomatis](https://www.wikiskripta.eu/w/Chlamydia_trachomatis)
45. HUI, Alex, Nicole CARNT a Isabelle JALBERT. Management of Contact Lens–Induced Pathology. Contact Lenses [online]. Elsevier, 2019, 344-355 [cit. 2022-07-20]. ISBN 9780702071683. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-7020-7168-3.00017-9