

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

# **PREVENCE VZNIKU OČNÍCH ONEMOCNĚNÍ Z POHLEDU VÝŽIVY**

Bakalářská práce

**VYPRACOVALA:**

Klára Hesounová

Obor 5345R008 OPTOMETRIE

Školní rok 2021/2022

**VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:**

Mgr. Eliška Najmanová Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Elišky Najmanové Ph.D., za použití literatury uvedené v závěru práce.

V Olomouci dne 6. 4. 2022

.....

Klára Hesounová

## Poděkování

Chtěla bych srdečně poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Elišce Najmanové Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, doporučení a drahocenný čas, který mi věnovala.

Tato práce byla podpořena projekty IGA PřF UP v Olomouci č. IGA\_PrF\_2021\_012 a IGA\_PrF\_2022\_010.

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| Úvod.....   | 5  |
| 1 Výživa očních tkání.....  | 6  |
| 2 Výživa a vliv na oko.....   | 9  |
| 2.1 Vitamíny.....   | 9  |
| 2.2 Antioxidanty.....   | 11 |
| 2.3 Karotenoidy.....  | 14 |
| 2.4 Kovy.....   | 15 |
| 2.5 Omega 3, omega 6 a omega 9 mastné kyseliny .....                  | 16 |
| 3 Prevence a terapie konkrétních onemocnění oka z pohledu výživy..... | 19 |
| 3.1 Suché oko .....   | 19 |
| 3.2 Věkem podmíněná makulární degenerace .....                        | 22 |
| 3.3 Šedý zákal .....  | 26 |
| 3.4 Glaukom.....  | 30 |
| 3.5 Retinitis pigmentosa.....   | 34 |
| 3.6 Diabetická retinopatie a makulární edém.....                      | 36 |
| Závěr .....   | 40 |
| Seznam použité literatury .....                                       | 42 |

## Úvod

Se stále se zvyšujícím věkem dožití u obyvatel vyspělých zemí se světové zdravotnictví potýká s problémem zahlcení zdravotnického systému. Je proto namístě hledat způsoby, jak můžeme očním onemocněním předcházet nebo alespoň oddálit jejich nástup či zmírnit jejich progres. Vliv a důležitost výživy na naše celkové zdraví je jedno z velkých témat současné doby. Zvyšující se úroveň kvality života v průmyslově vyspělých zemích je bohužel také spojena se sedavým způsobem života, nevhodnou životosprávou a tím spojeným nárůstem obezity a chronických onemocnění v populaci. Velmi často se v jídelníčku vyskytují vysoce zpracované potraviny více než ty kvalitní v přirozené formě. Velká část populace, včetně té dětské, se pravidelně stravuje jídlem z polotovarů ve stravovacích zařízeních či formou fast foodu, cukrovinkami, jídly smaženými či plnými nezdravých tuků a chemických přísad. Jídla jsou často připravována z prášku či se jedná o jídla smažená. Pitný režim je z velké části složen ze slazených nápojů. Prevence nemusí být spojena pouze s možnými vyšetřeními, které poukážou na problém, který je již v procesu. Může také sloužit jako možnost zabránění samotného vzniku onemocnění. Strava je jedna z oblastí našeho života, kterou jsme schopni ovlivnit, na rozdíl od jiných škodlivých subjektů v našem životě.

Bakalářská práce stručně popisuje proces, jakým jsou konkrétní struktury v oku vyživovány. Dále rozebírá různé skupiny živin, jejich důležitost a souvislost se zdravím očí. Práce obsahuje příklady běžně dostupných potravin, které zmíněné živiny obsahují. Vhodná strava je totiž jednoduchá kombinace pestré skladby těchto dostupných potravin s přihlédnutím na vhodný poměr sacharidů, tuků a bílkovin. Nejrozsáhlejší kapitola je pojata formou rešerší současných studií, které se zabývaly vlivem výživy na jednotlivá konkrétní onemocnění.

# 1 Výživa očních tkání

Výživu oka skrz krev zajišťuje arteria ophthalmica, která se dále štěpí na několik větví. Samotná arteria ophthalmica se odštěpuje od arteria carotis interna. (Kvapilíková 2000)

## Výživa bělimy (sclera)

Sklerální stroma nemá vlastní cévní ani lymfatický systém, ale prochází skrz něj důležité cévní kmeny a nervy. V blízkosti očního nervu se nachází krátké zadní ciliární arterie a nervy, které kolem zrakového nervu vytváří tzv. cévní věnec. Dlouhé zadní ciliární nervy a arterie vedou ze zadního pólu přes suprachorioideální prostor do oblasti duhovky. V oblasti limbu pronikají sklérou přední ciliární arterie a nervy. V oblasti ekvátoru opouštějí z nitra oka skrz skléru čtyři vortikózní žíly. Ve skléře se nervová vlákna nacházejí pouze ve velmi omezeném počtu, proto je relativně málo citlivá. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)

## Výživa rohovky (cornea)

Rohovka je bezcévná a její výživu zajišťují tři systémy: limbální cévní klíčky, komorová voda a slzy. Výživa rohovky probíhá skrz aminokyseliny, glukózu a kyslík. Komorová voda zajišťuje hlavně glukózu. Slzy především kyslík ze vzduchu, díky kterému se získává energie z glukózy. Produktem metabolismu je kyselina mléčná, která je odváděna do komorové vody. V oblasti limbu probíhají velmi jemné cévní klíčky a lymfatické cévy. Rohovka má pomalý metabolismus, proto se také pomalu hojí. Pro stabilní hydrataci rohovky je též důležitý systém  $\text{Na}^+ / \text{K}^+$  pumpy. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)

## Výživa živnatky (uvea)

Živnatka je tkáň, která se skládá z duhovky, řasnatého tělesa a cévnatky. Všechny tkáně mají vyživovací funkci a bohaté cévní zásobení. Živnatka zásobuje oko krví z přední a zadní ciliární větve oftalmické arterie. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)

- **Výživa duhovky (iris)** – cévní zásobení duhovky probíhá přes větve arteria ophthalmica. V předních částech řasnatého tělíska a v kořenové části duhovky se duhovkové cévy skládají z velkého duhovkového okruhu. Z této části

vystupují arterie, které se zabořují radiálně do duhovkového stromatu a tvoří kapilární kličky. Toto místo se nazývá malý duhovkový okruh. Duhovkovými věny krev odchází přes řasnaté tělísko do vortikózních vén. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)

- **Výživa řasnatého tělíska (corpus ciliare)** – řasnaté tělísko produkuje skrze složitý proces komorovou vodu. Jeho cévní zásobení zajišťují, stejně jako u duhovky, větve arteria ophthalmica. Kapilární cévní síť se nachází převážně v ciliárních výběžcích. Jsou to drobné cévní větvičky, které vystupují z velkého duhovkového okruhu. Dále sem přicházejí větve zadních dlouhých ciliárních arterií. Přes přední ciliární artérie přichází další cévní zásobení, které vychází ze svalových arterií a tvoří tak na koncích výběžků hustou síť z kapilár. Odtok krve zajišťují také přední ciliární a vortikózní věny. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)
- **Výživa cévnatky (choroidea)** – Přední části cévnatky zásobují arterie velkého duhovkového okruhu. Na jeho tvorbě se podílely dvě velké zadní dlouhé ciliární arterie. Cévnatka je také zásobena sedmi předními ciliárními arteriemi. Krev z cévnatky je odváděna pomocí vortikózních žil. (Kuchynka 2016, Kvapilíková 2000)

### **Výživa čočky (lens)**

V době embryonálního vývoje je čočka vyživována nejprve arterií hyaloideou a poté pupilární membránou. V pozdějším vývoji ovšem obě ztrácí funkci. Nejdůležitějším faktorem ve výživě čočky je proto komorová voda, která kromě výživy poskytuje čočce také prostředí. Komorová voda obsahuje 98,8% vody, ale také aminokyseliny, minerály, bílkoviny, ionty kalia, natria, kalcia, kyselinu mléčnou a askorbovou. (Kvapilíková 2000)

### **Výživa sítnice (retina)**

Sítnice je vyživována prostřednictvím dvou cévních systémů: centrální sítnicovou arterií a choriocapilaris cévnatky. Centrální sítnicová arterie, která je větví arteria ophthalmica, vstupuje do očního nervu a na papile je vnitřní hraniční membránou oddělena od sklivce. Cévy se obvykle dělí na horní a dolní větev a ty na temporální a nasální větvičku. Konečnými cévními větvemi jsou retinální cévy. Stěny sítnicových kapilár mají zvláštní stavbu a nepropouští větší molekuly. První a druhý neuron vyživuje

centrální sítnicová arterie. Kromě povrchního cévního větvení zde je i hlubší cévní pleteň. Choriokapilaris cévnatky poté vyživuje retinální pigmentový epitel a smyslovou vrstvu sítnice. V místě tepenného vstupu opouštějí vény s tepnami oční nerv a krev je pomocí žilného systému odváděna směrem k horní očníkové štěrbině. (Kvapilíková 2000)

## 2 Výživa a vliv na oko

Tato kapitola má za cíl objasnit vliv a důležitost některých skupin živin, vitamínů či konkrétních prvků na oko obecně. Pokud se zaměříme na nynější poznatky a studie týkající se stravy, zjistíme, že většina živin je prospěšná pro vícero onemocnění ať už se týkají očí či celého těla. Základní potraviny jsou plné vitamínů, minerálů a dalších prospěšných prvků, které v našem těle zdaleka neplní pouze úlohu nasycení.

### 2.1 Vitamíny

Vitamíny jsou organické látky, které jsou nutné k dobrému fungování tělesných orgánů a systému jako celku. Jsou nutné také pro obranu před různými chorobami a pro vitalitu. Vitamíny si tělo není schopno vytvořit samo, naštěstí se přirozeně nachází ve stravě. Kromě stravy, můžeme vitamíny užívat v různých formách vitamínových doplňků (kapsle, pilulky, sirupy apod.). V této umělé formě vitamíny přijímáme zpravidla při jejich nedostatku v organismu. (Mindell 2000) S vitamíny ve formě doplňků stravy je důležité zacházet opatrně, jelikož jejich účinek může být často silnější než u vitamínů přirozeně se vyskytujících ve stravě. Jejich přemíra může způsobit naopak poškození organismu. Vitamíny ve formě tabletek, mastí, roztoků, tinktur apod. nenahrazují potravu. (Adams 2014, Mindell 2000)

Studie zkoumající vliv jednotlivých vitamínů na oko a které budu v této práci uvádět, se zaměřují na vitamíny přijímané ve stravě přirozeně nebo jako syntetická forma (doplňek stravy). Přesto, že syntetické i přírodní formy mají stejné složení, ukazuje se, že přírodní formy vitamínů přináší tělu více benefitů. Důležitý rozdíl, který velmi často zmiňuje také autor Neal Adams (2014) je způsob, jakým v těle obě formy působí. Důvod, proč se přirozená forma zdá účinnější, než syntetická, je dán například širokou škálou účinných látek, které vitamíny v přírodní formě doprovázejí, a které často spolupůsobí. Tento fakt je dobře vysvětlitelný například na vitamínu C. (Mindell 2000) Syntetický vitamín C je kyselina askorbová a nic více, kdežto přirozený vitamín C, obsažen například v šípku, obsahuje navíc bioflavonoidy a celý komplex dalších látek, které zvyšují jeho účinnost. Dále například přirozený vitamín E přináší oproti syntetické formě navíc jiné druhy tokoferolů, které jeho účinnost výrazně potencují. Jednotlivé živiny, vitamíny či minerály nacházející se přirozeně ve stravě, spolu v těle spolupracují, podporují se a tvoří synergii a balanc v našem organismu. Proto pokud zkonzumujeme přirozenou formu potraviny bohaté na určitý vitamín, přijmeme s ním i několik dalších prospěšných

vitamínů, minerálů či jiných látek, které spolu v těle spolupracují. Tento fakt je velmi důležitý pro pochopení rizika užívání vitamínů v kapslích. Pokud přijímáme přirozené zdroje živin (ovoce, zelenina, ryby, celozrnné obiloviny atd.), tak jednotlivé živiny tvoří v našem organismu rovnováhu, jelikož se navzájem doplňují. Obsahují totiž mnohem širší škálu živin než vitamíny v kapslích. Další rozdíl je například v možné vedlejší reakci po požití vitamínů. U precitlivělé osoby může synteticky vyrobená látka vyvolat reakci, zatímco přirozená forma je snášena bez obtíží, a to i přesto, že obě látky mají stejné chemické složení. Při užívání umělé formy vitamínů ve velkém množství a frekventovaně, mohou nastat dvě situace. V první z nich vitamíny projdou našim organismem, aniž by byly plně využity a v druhém nežádoucím případě se mohou nahromadit na toxickou úroveň a způsobit nemoc či poškození orgánů. Pokud budeme přijímat vitamíny v jejich přirozené formě, není prakticky možné, až na určité výjimky, se jimi předávkovat. To je ovšem velmi snadné v případě formy syntetické, kde tato skutečnost hrozí. Syntetická forma může být velmi nápomocná, pokud i přes kvalitní a vyváženou stravu není tělo z nějakého důvodu schopno vstřebávat dostatečnou hladinu určitých vitamínů či minerálů (např. při onemocnění nebo chronické poruše v organismu). Měli bychom být ovšem při konzumaci syntetických vitamínů obezřetní. Není nutné užívat výživové doplňky, pokud lékař či odborník nestanoví jinak či se nejedná o specifickou situaci. Pokud se však naše strava skládá převážně z jednoduchých cukrů, výrobků z bílé mouky, konzervovaných a vysoce zpracovaných potravin, můžeme být nejen nedostatkem vitamínů ohroženi. Pokud se ovšem naše strava skládá z pestrých, kvalitních a nezpracovaných potravin, můžeme být bezpečně zásobeni všemi vitamíny v potřebném množství. (Adams 2014, Mindell 2000)

## **Vitamin C**

Vitamin C je silný antioxidant, který dokáže chránit buňky v celém oku proti oxidativnímu poškození. V zadní části sítnice pomáhá vitamin C tvořit tyrosin, díky kterému vzniká pigment melanin, který se nachází za sítnicí. Melanin chrání proti poškození světlem díky absorpci přebytečného světla, které by mohlo poškodit sítnici. Pomáhá budovat kolagen k posílení kapilár, optického nervu či filtrační drenáže v oku. Vitamin C je prospěšný při onemocnění suchého oka, ale také u glaukomu nebo katarakty. Je zásadní pro tvorbu mucinu tzv. komplexu bílkovin vázaných cukrem, které se nachází pod slzným filmem. Vitamin C zajišťuje tvorbu lubrikace a udržuje tak povrch čistý a

správně fungující, což je hlavní priorita pro správné vidění. Mezi zdroje vitamínu C patří například kiwi, jahody, pomeranče, papája, růžičková kapusta, červená paprika, špenát nebo brokolice. (Adams 2014)

## **Vitamin A**

Vitamin A je pro zdraví očí zcela zásadní. Je zapotřebí pro tvorbu pigmentu ve fotoreceptorech sítnice, aby dobře fungovala. Vitamin A se objevuje ve dvou formách. Zprvve ve formě retinolu (předstupeň vitamínu A) nebo zadruhé jako provitamin A nazývaný betakaroten. Suplementace vitamínu A formou pilulek není vhodná, protože může snadno dojít k předávkování. Nejlepší je proto zajišťovat jeho dostatečnou dávku formou potravin, jako je například losos, pstruh, plný kyseliny dokosahexaenové (DHA), a omega 3 mastných kyselin. Mezi další potraviny obsahující vitamin A patří například dýně, chřest, sladké papriky, sladké brambory, brokolice, mrkev, meloun, vejce, ryby, olej z tresčích jater, máslo, sýr atd. Vysoké množství vitamínu A získáme také konzumací jater. Vitamin A je důležitý například při problémech s noční slepotou nebo se používá při léčení některých očních onemocnění a poruch vidění. (Adams 2014, Alanazi a kol. 2019, Mindell 2000)

## **2.2 Antioxidanty**

Antioxidanty označujeme enzymy, aminokyseliny, vitamíny, výživové doplňky či minerály, které chrání naše tělo před volnými radikály. (Mindell 2000) Antioxidanty hrají v našem těle velmi důležitou roli. Pro pochopení důležitosti antioxidantů v našem organismu je dobré objasnit, jak v těle fungují oxidanty. Každá zdravá buňka v organismu se skládá z molekul, které obsahují proteiny, neutrony a elektrony. Každým nádechem a výdechem se do těla dostává kyslík. Během procesu, kdy je kyslík v těle zpracován, se vytváří volné radikály. To jsou molekuly, které nejsou vyvážené, protože obsahují nespárované elektrony. Pokud má tělo příliš mnoho těchto volných radikálů, způsobuje to škody. V menším množství je schopné si s nimi tělo poradit a některé dokonce potřebuje k životu. Volné radikály hledají molekulu se spárovanými elektrony, aby mohly jeden ukrást. To je problematické z toho důvodu, že dochází k poškození dříve kompletní molekuly. Volné radikály odebírají elektrony z bílkovin a lipidů, které jsou pro naše buňky zcela podstatné, jelikož je udržují zdravé a vytváří z nich svoji buněčnou membránu. Pokud je takových molekul velké množství a tělo nestíhá opravovat vzniklé

škody, dochází k poškození buněk. Oxidantem můžeme nazvat jakoukoliv chemikálii, která krade elektrony. Jsou to tedy volné radikály, kyslíkové ionty nebo také peroxidy. (Adams 2014)

Proti oxidantům se můžeme bránit pomocí zmíněných antioxidantů. Jejich konzumace nám může pomoci zpomalit reakce oxidantů v našem těle. Antioxidanty obsahují volný elektron, který může oxidant ukrást. Pokud se tak stane, dojde k neutralizaci molekuly, tudíž nemůže dojít ke krádeži elektronu z jiné buňky. Tímto procesem dochází k zastavení oxidace. Některé antioxidanty obsahují více elektronů, a tak mohou organismus lépe chránit. (Adams 2014)

Oxidanty nalezneme jak uvnitř našeho těla, tak i zvenku. Oxidanty obsahuje například ovzduší znečištěné výfukovými plyny či cigaretovým kouřem, jídlo s obsahem herbicidů nebo pesticidů, ultrafialové záření ze slunce nebo kov. Tvorbu oxidantů podněcuje také například pylové znečištění vzduchu, kouření, alkohol, uzené maso, ale také pochody spojené se stárnutím organismu. Také léky, které užíváme, mohou obsahovat oxidanty nebo jimi dokonce sami jsou. Oxidanty mohou vznikat i při různém zpracovávání potravin - např. brambory obsahují v přirozené formě antioxidanty, ale při jejich přeměně na smažené hranolky se mění na oxidanty. Jedním z důvodů, proč pro naše zdraví není vhodná konzumace zpracovaných potravin, je právě fakt, že při procesu zpracování jsou vystaveny nadbytku kyslíku, tepla a chemikálií a vznikají tak zmíněné oxidanty. (Adams 2014, Mindell 2000)

Oxidace má na zdraví očí značně negativní vliv. Oční struktury jsou velmi citlivé na poškození a jsou v přímém kontaktu s vnějším prostředím. Kromě vlastních oxidantů nacházejících se v jednotlivých částech oka, je oko v kontaktu s volnými radikály z jiných částí těla. Právě z tohoto důvodu posílá tělo do oka více antioxidantů. Přesto je dobré tělo podpořit i z pohledu výživy. Přítomnost oxidantů v těle může progres očních onemocnění jako je například glaukom, katarakta, pigmentová retinopatie nebo makulární degenerace značně urychlit. Může také dojít k zhoršenému vidění celkově, zvýšení zánětu nebo může zapříčinit poškození cév. (Adams 2014)

**Pro podporu očí je vhodná konzumace těchto tří důležitých antioxidantů: sulforaphan, glutathion a kyselina lipoová.**

Sulforaphan je rostlinná chemikálie, která prokazatelně chrání oko proti oxidaci. Aktivuje také mnoho antioxidantů v těle a při opravě a za pomoci glutathionu je velmi efektivní. Kromě toho má také protizánětlivé a protirakovinotvorné vlastnosti. Mezi jeho zdroje patří například: baby brokolicová kapusta, růžičková kapusta nebo červené zelí. (Adams 2014)

Glutathion je složen ze tří aminokyselin spojených dohromady, které produkují játra. (Mindell 2000) Chrání sítnici, makulu a rohovku před poškozením tím, že silně neutralizuje některé z nejškodlivějších oxidantů. Navíc pomáhá enzymům a antioxidantům v jejich přínosné práci (např. vitamínu E nebo C). Mezi jeho zdroje patří například: chřest, hovězí maso, steak, kuřecí játra, vlašské ořechy a špenát. (Adams 2014)

Kyselina lipoová je jeden z nejsilnějších antioxidantů. Ve chvíli, kdy kyselina lipoová odevzdá elektron oxidantu, dojde k její transformaci do dvacetkrát až třicetkrát silnější verze sebe sama. Kromě toho také pomáhá dalším antioxidantům obnovit jejich vlastnosti poté, co sami odevzdají elektron oxidantům. Další přínosnou vlastností je její schopnost vázat kovy, aby nepůsobily jako oxidanty. Pokud v těle poklesnou zásoby některých vitamínů (například vitamin C nebo E) pod určitou hladinu, tato kyselina je schopna je přechodně nahradit. Snižuje také oxidační stres v krvi, což je důležité preventivní opatření proti poškození sítnice a oka celkově. Zdroje: růžičková kapusta, hrášek, rajčata, steak a špenát. (Adams 2014, Mindell 2000)

## **Koenzym Q10**

Koenzym Q10 známý také jako vitamin Q je antioxidant, který pomáhá zachovat vitamin E v buněčných membránách. Jedná se o sloučeninu, kterou nalezneme všude, kde je potřeba energie. Pomáhá mitochondriím, které slouží jako tzv. elektrárna v našich buňkách, produkovat energii. (Adams 2014) S přibývajícím věkem produkce tohoto hormonu bohužel klesá. Tento fakt se dává také do souvislosti se vznikem některých chronických onemocnění. Jeho hladinu můžeme také snižovat nevhodným stravováním, onemocněním či častým opakováním stresových situací. (Mindell 2000)

Sítnice je metabolicky nejaktivnější tkání v našem těle a v souvislosti s tím má koenzym Q10 funkci zachování zraku. Pomáhá totiž organele uvnitř buněk, s názvem lysosom, produkovat kyselinu, která může poté strávit zbytky. Když světlo dopadne na sítnici, spustí typický řetězec chemických reakcí, které vedou k tomu, že signál je nakonec

vyslán do mozku. Tato chemická kaskáda produkuje přebytečné elektrony, které, pokud nejsou odstraněny, napadají kyslík uvnitř buněk. Když je kyslík napaden, vytvoří silný oxidant zvaný superoxid, který dělá to, co každý oxidant: krade elektrony a způsobuje škody. Koenzym Q10 je silný antioxidant, který je schopný odstranit tyto přebytečné elektrony. Předpokládá se, že to vše pomáhá při onemocnění sítnice, jako je RP, makulární degenerace nebo při glaukomu či kataraktě. Kromě toho je velmi prospěšný i v prevenci jiných chorob celého těla. Nejlepším zdrojem Q10 je maso (především hovězí a kuřecí) a ryby (sardinka a makrela), vlašské ořechy, pistácie, arašídy, lískové ořechy a mandle. Mléko je také dobrým zdrojem Q10, ovšem jedním z nejlepších zdrojů jsou zelené fazole. (Adams 2014)

### **2.3 Karotenoidy**

Karotenoidy jsou organická barviva, která se přirozeně vyskytují pouze v rostlinách, tzv. lidský organismus si je není schopen sám vyrobit. Jedná se o ve vodě rozpustná barviva, která nalezneme v červeném, oranžovém a zeleném ovoci a zelenině. Mezi pět nejúčinnějších karotenoidů se řadí alfa-karoten, betakaroten, lykopen, lutein a zeaxantin. Jejich hlavním přínosem je prevence proti vzniku rakoviny. Nalezneme je například v listové zelenině jako je kapusta, špenát nebo římský salát. Dále v dýni, rajčatech, vodním melounu, malinách, hrášku, brokolici či ve žlutcích. (Adams 2014, Li a kol. 2020, Mindell 2000) Ve spojitosti se zdravím očí se velmi často zmiňuje mrkev. Ta patří také mezi karotenoidy, konkrétně mezi betakarotenoidy. Kromě mrkve je nalezneme například v dýni, sladkých bramborách, melounu, mangu, meruňkách, ale také kapustě nebo špenátu. Betakaroten se v těle přeměňuje na vitamín A. Zdravá játra jsou schopna tuto přeměnu omezit, proto pro nás není nebezpečná konzumace většího množství mrkve. (Adams 2014, Mindell 2000) Ve spojitosti betakarotenem uvedly dvě randomizované kontrolované klinické studie Willett a kol. (1988) a Cressie (1989) zvýšený výskyt karcinomu plic, a s tím spojené mortality u kuřáků cigaret užívající doplněk stravy s betakarotenem.

Díky mnoha karotenoidům, jako jsou například crocin a crocetin, se také koření nazývané šafrán řadí mezi silné antioxidanty. Šafrán se považuje za surovinu, která by mohla chránit buňky sítnice před poraněním. Kromě antioxidantním a světlo absorpčním schopnostem se také předpokládá, že brání oxidaci tuků a tím rozvoji procesů vedoucím například ke sraženinám tepen či žil v sítnici nebo cévní mozkové příhodě optického

nervu. Jsou prospěšné nejen u očních onemocnění jako je makulární degenerace, šedý zákal nebo retinitis pigmentosa, ale také u celkových onemocnění organismu. (Adams 2014)

## 2.4 Kovy

Kovy jsou pro fungování našeho organismu velmi důležité. Ve velkém množství mohou mít ovšem škodlivé dopady na náš organismus. Mezi kovy, které jsou pro náš organismus prospěšné, patří mangan a hořčík. Ty jsou důležité také z pohledu antioxidantů, kterým pomáhají najít a neutralizovat volné radikály. Další z prospěšných kovů je měď, zinek, železo nebo selen. Zde je potřeba dávat si pozor na množství, jelikož při jejich vysokém příjmu mohou být škodlivé. (Adams 2014)

Mangan hraje ústřední roli v pomoci enzymům, ať už antioxidačním, těch, které tvoří stavbu optického nervu, zajišťují oční filtraci (důležitá hlavně u glaukomu), prevenci diabetu nebo podporují normální mechanismy srážení krve. Mangan najdeme v piniových, lískových či pekanových ořeších, ale také v pšeničném chlebu, ananasu či kokosu nebo v celozrnných obilovinách a luštěninách, listové zelenině, hrachu či řepě. (Adams 2014, Mindell 2000)

Hořčík je prospěšný z mnoha důvodů. Mezi jeden z nich se řadí fakt, že aktivuje téměř všechny enzymové reakce podílející se na tvorbě ATP našich buněk. Je tedy důležitý pro tvorbu energie a mnoho dalšího. Konkrétně v oku pomáhá čochce udržovat její jasnost a zabránit vzniku infekce nebo suchého oka. Bezpečné množství hořčíku nalezneme v různých druzích fazolí, špenátu, tmavé listové zelenině, banánech, mandlí nebo krevetách. (Adams 2014, Mindell 2000)

Měď je velmi prospěšný kov v mnoha ohledech. Pomáhá při regulaci průtoku krve a při transportu železa, tzv. zajišťuje resorpci železa. Chrání proti poškození slunečním zářením, a to za pomoci vytvoření pigmentových granulí pohlcující světlo. Svůj význam má také ve tvorbě kolagenu pro oblasti oka jako je rohovka, sítnice nebo optický nerv. Vysoká konzumace mědi má ale za následek oxidaci a s ní související vznik komplikací nejen se zrakem. Proto se nedoporučuje konzumace mědi ve formě doplňků stravy. Poměrně vysoký obsah mědi mají například hovězí játra. Další kvalitní zdroje, které obsahují zdravé množství mědi jsou ořechy, avokádo, vnitřnosti, švestky, celozrnné obiloviny, fazole, hrách, humr nebo krab. (Adams 2014, Mindell 2000)

Zinek posiluje imunitu. Pomáhá antioxidačním procesům, chrání proti poškození slunečním zářením, pomáhá při tvorbě inzulínu a pomáhá našim genům správně fungovat. Vysoká koncentrace zinku v těle způsobuje oxidaci a poškozuje neurony blokováním jejich růstových signálů. Při dávce vyšší než 150 mg může navíc tlumit aktivitu imunitního systému. Vysoké množství zinku obsahují ústřice. Čočka, fazole, sýry, maso, játra, obilné klíčky, pivovarské kvasnice nebo kvalitní čokoláda obsahují zdravé množství, pokud se jimi nebudeme přejídat a naše strava bude pestrá. (Adams 2014, Mindell 2000)

Železo je velmi důležité pro transport kyslíku do naší krve a tím prevenci anémie. Nicméně železo patří mezi oxidanty, které kradou elektrony. Pokud přijímáme vyváženou stravu, je těžké se železem předávkovat. Kvalitní přírodní zdroje železa jsou například ořechy, hovězí, játra, žloutky, chřest, špenát, broskve, fazole, melasa nebo tofu. (Adams 2014, Mindell 2000)

Selen patří mezi kovy, které dělají mnoho prospěšného. Pomáhají například enzymům v celém těle, z nichž některé jsou antioxidanty. Pomáhá také recyklovat vitamin C, chránit oči před oxidativním poškozením nebo snižovat riziko vzniku makulární degenerace nebo katarakty. Selen je důležitý také v posilování imunity. Spolu s vitamínem B2 a vitamínem E vytváří enzymy, které produkují glutathion. I přes veškeré zmíněné benefity je vysoce toxický. Může způsobit padání vlasů, křehké nehty nebo dokonce srdeční infarkt či selhání ledvin. Zdánlivě malé množství selenu (200mg za den) může zdvojnásobit riziko dosažení glaukomu. Ke správnému fungování organismu tělu stačí malé množství selenu. Para ořechy mají nejvíce selenu ze všech potravin. Pokud zkonsumujete jedinou hrst těchto ořechů, může vaše tělo překročit svůj limit. Je proto nutné zacházet s jejich konzumací opatrně. Dostatečné množství selenu může našemu tělu zajistit také pravidelné podávání vajec, jater, steaku, obilných klíčků, cibule, česneku, rajčat, brokolice, tuňáku nebo mořských plodů. (Adams 2014, Mindell 2000)

## **2.5 Omega 3, omega 6 a omega 9 mastné kyseliny**

Rybí tuk patří mezi skupinu zdravých tuků. Lidské buňky mozku, nervové buňky nebo buňky sítnice jsou tvořeny z více než 70 % tuku. Z velké části se jedná o druh tuku zvaný mastné kyseliny. Mastné kyseliny se nacházejí ve všech druzích olejů od řepkového oleje, kukuřičného oleje, slunečnicového oleje, světlicového oleje, živočišného tuku po rybí tuk. (Adams 2014)

Máme dva druhy esenciálních mastných kyselin, tzv. omega 3 a omega 6 mastné kyseliny. Původně se nazývaly jako vitamín F, dokud nebyly zařazeny mezi tuky. Existuje také třetí typ oleje, tzv. omega 9. Zmíněné tři druhy omega mastných kyselin se odlišují molekulárním uskupením a mají velmi odlišné vlastnosti. Omega 3 a omega 6 mastné kyseliny označujeme jako esenciální, jelikož tělo není schopné si je samo vytvořit a získáváme je proto z naší potravy. Oproti tomu omega 9 mastné kyseliny je tělo schopné si vytvořit samo, takže se neřadí mezi esenciální. Omega 3 mastné kyseliny jsou často označovány jako prospěšné, zatímco omega 6 jako škodlivé, protože vytváří zánětové reakce, podporují srážení krve a abnormální růst krevních cév. Ovšem i tyto zmíněná negativa mohou být v určitých specifických situacích prospěšná. Důležité je vědět, že omega 6 jsou též nezbytné pro zdraví očí, jelikož jsou vylučovány olejovou žlázou v očních víčkách a slouží jako prevence vypařování bazálních slz. Proto by měli být omega 3 a omega 6 vždy vyvážené. V dnešní době má ovšem velká část populace přebytek omega 6 mastných kyselin, jelikož konzumujeme ve velké míře vysoce zpracované potraviny, které právě omega 6 obsahují. (Adams 2014)

Mastné kyseliny tvoří buněčné membrány a udržují v nich proteiny. Vysílají signály uvnitř buněk a zapínají a vypínají specifické geny, zejména ty, které se podílejí na metabolismu a zdravém růstu buněk. Oleje omega 3 se podílejí na mnoha procesech v celém těle a věří se, že snižují srdeční onemocnění, zlepšují průtok krve, snižují cholesterol, pomáhají předcházet cévní mozkové příhodě, snižují zánět a blokují růst abnormálních cév. Omega 3 oleje jsou nezbytné také pro sítnici. Část fotoreceptorů snímající světlo je uspořádána do disků jedna po druhé na sebe. V oku jsou tyto disky průhledné. Do povrchu jednotlivých disků jsou zapuštěny částice snímající světlo. Částice světla nazývaná foton se shora snese dolů a projde skrz stoh disků, dokud nenarazí na částici snímající světlo, která přenese signál do těla fotoreceptorové buňky, která pak vysílá signál do jiných neuronů sítnice prostřednictvím synapsí za pomoci neurotransmiterů. Oleje omega 3 ve fotoreceptorových discích vytvářejí membránu těchto disků tekutou, takže pigmenty snímající světlo a další složky membrán se mohou pohybovat, což jim umožňuje rychleji reagovat na světelné podněty a rychleji se vyměňovat, jakmile jsou spotřebovány. Proto až 90 procent membrány těchto fotoreceptorových disků tvoří mastné kyseliny. (Adams 2014)

Právě v rybím oleji se také nachází jeden z nejdůležitějších esenciálních olejů, nazývaných kyselina dokosahexaenová (DHA). DHA je mastná kyselina, která se nachází

v nejvyšší koncentraci ve fotoreceptorových buňkách sítnice. Oleje omega 3 a DHA jsou velmi důležité pro vývoj oka u kojenců. Proto mateřské mléko a některé značky počáteční kojenecké výživy obsahují vysoké množství DHA. Mohou také snížit riziko a závažnost suchého oka či snížit riziko makulární degenerace. Nejlepší zdroje DHA zahrnují sladkovodní ryby jako jsou například pstruzi a mořské ryby jako je losos. Je dobré dát si pozor na větší mořské ryby jako je makrela, tuňák, žralok nebo mečoun. Často totiž obsahují vysoké množství rtuti (toxického kovu). Mezi další kvalitní zdroje patří vlašské ořechy, lněná semínka, sýry, tofu, krůta nebo zrna. (Adams 2014)

### **3 Prevence a terapie konkrétních onemocnění oka z pohledu výživy**

Oční onemocnění se týkají stále většího množství lidí. Hrozí tak postupné zahlcení a vytížení zdravotnického systému. U zmíněných onemocnění je léčba finančně náročná a v některých případech není současnou medicínou plně léčitelná. Z těchto důvodů se hledají způsoby, jak nutným zákrokům či medikaci u potencionálních budoucích pacientů předcházet. Oko se díky nitrooční tekutině nachází v přímém kontaktu s živinami, které se v ní hojně nachází. Proto se pokládá otázka, zda by právě strava nemohla mít na tato onemocnění vliv. Na rozdíl od farmakologických produktů nemá navíc kvalitně sestavená pestrá strava obsahující malé množství zpracovaných potravin žádné vedlejší účinky. Suplementace je jednoduchá forma zajištění konkrétní živiny. Je ovšem nutné zjistit vliv konkrétní suplementace na organismus, aby nedošlo k případným škodám.

#### **3.1 Suché oko**

##### **Vitamin A**

Nedostatek vitamínu A může být příčinou závažného typu suchého oka nazývaného xeroftalmie. Je to stav, kdy je oční povrch oka natolik suchý a tlustý, že se zde může snadno rozvíjet infekce a docházet ke vzniku vředů a později i k oslepnutí. Problém nedostatku vitamínu A se týká především zemí, které nemají přístup k veřejnému zdravotnictví (Alanazi a kol. 2019, Tanumihardjo 2011). Vitamin A může zlepšit stabilitu slz, účinně léčit suché oko nebo podporovat zdravý imunitní systém, který je potřebný pro správnou funkci bílých krvinek, zajišťující ochranu povrchu oka. (Adams 2014)

Studie Alanazi a kol. (2019) zkoumala účinky krátkodobé perorální suplementace vitamínu A na oční film u 30 mužů s diagnostikovaným syndromem suchého oka a u stejně velké homogenní kontrolní skupiny. Všechny subjekty dostávaly po dobu 3 po sobě následujících dnů doplněk stravy s vitamínem A perorálně v denní dávce 1500 mg. Výsledek studie Alanazi a kol. (2019) ukázal, že krátkodobá orální suplementace vitamínu A zlepšuje kvalitu, ale ne kvantitu slz u pacientů se suchým okem. Budoucí studie by měly zahrnovat větší vzorky pacientů a delší suplementaci vitamínu A.

Studie Fogagnolo a kol. (1998) měla za cíl zjistit, zda je lokální a systémová suplementace vitamíny, užitečná pro zlepšení známek a příznaků u pacientů se suchým

okem. Z výsledků studie vyplívá, že v případě nedostatku hladiny vitamínů v plazmě, je systémová suplementace vitamínu A a D užitečná pro zlepšení známek příznaků u těchto pacientů. Kromě toho studie uvádí, že lokální suplementace vitamínu A zlepšuje hustotu pohárkových buněk a zdraví epitelu.

### **Omega 3 a omega 6 mastné kyseliny**

Pro správné fungování organismu je nutná rovnováha jak omega 3 tak i omega 6 mastných kyselin. Konkrétně pro suché oko tomu není jinak. Například studie Rashid a kol. (2008) na základě svých poznatků uvádí, že lokální aplikace omega 3 mastných kyselin, by mohla být možnou terapií v léčbě klinických příznaků a zánětlivých změn doprovázejících syndrom suchého oka.

Autoři studie Molina-Leyva a kol. (2017) se snažili kriticky posoudit již publikované pozitivní účinky nutričního doplňování mastných kyselin omega 3 a omega 6 při léčbě syndromu suchého oka. Autoři posuzovali již dříve publikovaných patnáct studií zahrnujících celkem 2591 pacientů. Nejlepších výsledků bylo dosaženo ve studiích provedených u nositelů kontaktních čoček, uživatelů počítačů a pacientů postižených dysfunkcí Meibomských žláz. Vyšší podíl omega 6 mastných kyselin byl spojen s vyšším rizikem suchého oka a vyšší dávkování nebylo spojeno s většími účinky, ale naopak se zvýšenými nežádoucími účinky. Break-up time test byl proveden ve všech studiích, přičemž devět studií zaznamenalo statisticky významné zlepšení. Výsledky Schimerova testu byly statisticky významné u čtyř studií. Vědecké důkazy nejsou dostatečně silné, aby systematicky doporučovaly použití omega 3 a omega 6 mastných kyselin jako samostatné léčby syndromu suchého oka. Ke stejnému závěru dospěli také Giannaccare a kol. (2019). V této studii se snažili posoudit, zda je suplementace omega 3 mastnými kyselinami účinnější než placebo ve smyslu zmírnění známek a příznaků onemocnění suchého oka. Do studie bylo zařazeno sedmnáct randomizovaných již dříve publikovaných klinických studií zahrnujících 3363 pacientů. Autoři studie došli k závěru, že suplementace omega 3 mastných kyselin významně zlepšuje příznaky suchého oka u pacientů s tímto onemocněním.

### **Zelený čaj**

Zelený čaj se vyrábí z rostliny *Camellia sinensis*. Hned po vodě patří k nejvíce konzumovaným nápojům na světě. Extrakt ze zeleného čaje má kladný vliv nejen na

zdraví očí, a to pro své mnohočetné pozitivní účinky např. antioxidační, antibakteriální, antiandrogenní, protizánětlivé a imunomodulační. (Masmali a kol. 2019, Nejabat a kol. 2017) Jeden z hlavních výtažků získaných ze zeleného čaje se nazývá Epigallokatechin-3-gallát (EGCG), což je právě antioxidant, který se vyskytuje v listech a má inhibiční účinek na zánět. (Cavet a kol. 2011) Jeho výhodou je možnost bezpečné, účinné a snesitelné lokální aplikace. Významný přínos se také prokázal při snižování výskytu tzv. selenidového šedého zákalu, což je experimentální zvířecí model katarakty. Tento závěr také naznačuje, že zelený čaj má antikataraktní potenciál. Bylo zjištěno, že EGCG může chránit epitel čočky proti poškození UV zářením. (Heo a kol. 2008) Další přínosný význam se ukázal v léčbě vernální keratokonjunktivitidy. (Nejabat a kol. 2017, Shearer a kol. 1987) U zeleného čaje je nutné dávat si pozor na jeho vysokou konzumaci. Ta může totiž způsobovat mnohé problémy od cytotoxicity jaterních buněk, akumulace hliníku v čajových listech, špatnou reakci s určitými druhy léků až po snížení množství železa v organismu. (Masmali a kol. 2019)

Studie Nejabat a kol. (2017) zkoumala vliv zeleného čaje na oko a Meibomské žlázy. Jednalo se o dvojitě zaslepenou randomizovanou kontrolovanou klinickou studii se 60 pacienty se stavem mírného až středního suchého oka s dysfunkcí Meibomských žláz (MGD). Pacienti byli rozděleni do dvou skupin s průměrným věkem 61 let a 64 let. První kontrolní skupina kapala třikrát denně po dobu jednoho měsíce kapky obsahující umělé slzy. Druhá intervenční skupina kapala ve stejném intervalu a stejné frekvenci umělé slzy v kombinaci s topickým extraktem zeleného čaje. Symptomy pacientů byly vyhodnoceny podle dvanácti položkového dotazníku OSDI (The Ocular Surface Disease Index). Před zahájením studie bylo scóre příznaků v obou skupinách bez výrazného rozdílu. U skupiny pacientů, která užívala kombinaci kapek se zeleným čajem, došlo ke statisticky významnému zlepšení celkového scóre OSDI. V této skupině bylo také zajímavým zjištěním, že došlo k výraznému zlepšení kvality Break-up time testu a kvality Meibomských žláz. Toto zjištění naznačuje zlepšení lipidové vrstvy a zlepšení stability slzného filmu. Stav Meibomských žláz a jejich sekretu se zlepšil po měsíci u obou skupin. Mezi limity studie se řadí její délka, která pro možné zlepšení některých testů nebyla dostatečně dlouhá.

Účinky zeleného čaje na oko se zabývala také studie Masmali a kol. (2019), která měla za cíl zjistit, jaký okamžitý účinek bude mít popíjení jedné dávky zeleného čaje na kvalitu a množství slz u zdravých subjektů. Studie se zúčastnilo 40 subjektů s normálním

očním nálezem ve věku 19 - 39 let. Na obou očích všech subjektů byl proveden test fenolové červené nitě (tzv. phenol red thread PRT) a z dolního slzného menisku pravého oka jim byl odebrán vzorek slz pro tzv. Tear ferning test (TF). Test PRT byl proveden 30 minut před začátkem popíjení zeleného čaje či horké vody a konzumace trvala cca 5 minut. Testy PRT a TF byly zopakovány 60 minut po skončení popíjení. Výsledky měření PRT vyšly ve studii v normě. Oproti tomu hodnoty TF vyšly u 67,5 % subjektů mimo normu. Z tohoto výsledku by mohlo být patrné, že popíjení zeleného čaje by mohlo mít negativní vliv na kvalitu slzného filmu. Studie byla ovšem prováděna na malém vzorku subjektů, proto je otázkou, zda se dá považovat za dostatečně relevantní.

Studie Cavet a kol. (2011) se snažila zjistit, jaké účinky má EGCG na prozánětlivé a prooxidační podněty v lidských buňkách rohovkového epitelu. Výsledky studie ukazují, že při léčbě onemocnění suchého oka je účinné lokální EGCG. Také bylo prokázáno, že vykazuje silnou antioxidační aktivitu v lidských epiteliálních buňkách rohovky a inhibuje reaktivní druhy kyslíku. Studie potvrdila, že má jak protizánětlivé, tak antioxidační vlastnosti, proto by mohl mít potenciál v léčbě suchého oka a jiných očních onemocnění se zánětlivou složkou.

### **3.2 Věkem podmíněná makulární degenerace**

#### **Karotenoidy: Lutein a zeaxanthin**

Lutein a zeaxanthin patří mezi živiny, které mohou chránit před poškozením, které nakonec vede k makulární degeneraci. Řadí se do skupiny karotenoidů. Neal Adams (2014) uvádí, že tyto živiny vytváří tzv. přírodní sluneční brýle, které chrání oči. Právě oko koncentruje přicházející světlo na sítnici, a tak se snadno zahřeje. Naše oči mají vlastní vrstvu luteinu a zeaxanthinu. Oko se chrání zaprvé díky průtoku krve, která takto ochlazuje sítnici a zadruhé pomocí právě luteinu a zeaxanthinu, které absorbují zhruba 40 - 90 % veškerého vysokoenergetického modrého světla, které vidíme. To vše se děje ještě předtím, než světlo zasáhne fotoreceptory v naší sítnici, a tím pádem je udržuje chladné. Právě v sítnici, konkrétně v makule, je největší koncentrace těchto nutrientů v našem těle a jejich světelné filtrační účinky dokonce zlepšují kvalitu obrazu. (Li a kol. 2020) Aby nutrienty chránily náš zrak před modrým zářením pokaždé, když vyjdeme na slunce, je nutné mít jich dostatek i v naší potravě. (Adams 2014) Důležité je, že právě

lutein je obecně klasifikován a považován za bezpečný, což představuje minimální vedlejší účinky na dlouhodobou spotřebu. (Li a kol. 2020)

Pozitivní účinky luteinu se ukazují jako velmi nadějně zejména u starších osob či osob s vysokým rizikem různých klinických stavů. Stále však existují protichůdné údaje, které je třeba objasnit v dalších klinických studiích. Většina v současnosti dostupných výsledků pochází z klinických studií, které trvaly méně než jeden rok. Pro lepší objasnění možné příznivé role luteinu na zdraví očí, zvláště v případě prevence a léčby věkem podmíněné makulární degenerace (VPMD), je zapotřebí zrealizovat další a dlouhodobější studie. (Buscemi 2018)

Starší lidé jsou nejrychleji rostoucí částí americké populace. V nadcházejících desetiletích se budou stále více vyskytovat oční poruchy související s věkem. Rozsáhlá významná a dlouhodobá studie Age-Related Eye Disease Study Research Group (1999) zkoumala vliv vysokých dávek vitamínových a minerálních doplňků u dvou z těchto poruch. Konkrétně u věkem podmíněné makulární degenerace a katarakty. Tato studie byla zároveň navržena tak, aby současně hodnotila klinický průběh VPMD a katarakty, a potenciální bezpečnost a účinnost farmakologických dávek antioxidantních vitamínů a zinku při snižování výskytu nebo zpomalení progresu VPMD a/nebo katarakty. Vyhodnocováním bezpečnosti a účinků luteinu a zeaxanthinu na zrakové funkce u pacientů s VPMD se zabývali také autoři Rong a kol. (2015), kteří zpětně hodnotili výsledky studií zahrnujících 1176 pacientů. Studie došla k závěru, že suplementace luteinem a zeaxantinem je bezpečnou strategií pro zlepšení kvality zraku u pacientů s VPMD.

Studie Age-Related Eye Disease Study Research Group (1999) se opírá o předešlé zjištění několika epidemiologických studií, že antioxidanty by mohly hrát určitou roli u očních onemocnění. Malá klinická studie autorů Newsome a kol. (1988) naznačila, že vysoké dávky zinku by mohly poskytovat určitou ochranu proti ztrátě zraku v důsledku VPMD. Tato studie uvedla, že je předčasné doporučovat rozšířené používání zinku. Mimo jiné, již zmíněná klinická studie Age-Related Eye Disease Study Research Group (1999) byla zahájena především z důvodu zvýšeného užívání komerčně dostupných farmakologických dávek vitamínů a minerálních látek k léčbě VPMD a katarakty ve Spojených státech. Docházelo k tomu i přesto, že chyběly studie o bezpečnosti a účinnosti používání těchto suplementů.

V jiné části studie Age-Related Eye Disease Study Research Group (2001) zařazovala účastníky podle stanovených kritérií, které se týkaly stavu onemocnění VPMD. Účastníci byli náhodně zařazeni do jedné ze skupin, která dostávala denně perorálně tablety obsahující jednu ze čtyř kombinací: antioxidanty (500 mg vitamínu C + 400 IU vitamínu E + 15 mg betakarotenu), zinek (80 mg ve formě oxidu zinečnatého a mědi + 2 mg ve formě oxidu měďnatého), antioxidanty + zinek nebo placebo. Vzorky, které zahrnovaly zinek, také obsahovaly měď, aby se vyrovnala potenciální zinkem indukovaná chudokrevnost mědi. Sledováno bylo 3640 účastníků ve věku 55-80 let po dobu 6,3 roků. 2,4 % účastníků studii nedokončilo. Výsledek studie ukázal, že u pacientů, kteří již měli vyšší riziko VPMD, užívání zinku nebo zinku + antioxidantů výrazně snížilo pravděpodobnost vzniku pokročilé formy VPMD. K jedinému statisticky významnému snížení míry alespoň střední ztráty zrakové ostrosti došlo u osob, které dostávaly antioxidanty a zinek. S žádnou z lékových forem nebyl spojen statisticky významný závažný nežádoucí účinek. Tato studie se ukázala jako velmi důležitá, jelikož poskytovala silné zdůvodnění důležitosti výživy u pacientů s příznaky VPMD. Neal Adams (2014) opakovaně uvádí, že vysoké dávky vitamínů E a zinku mohou být škodlivé. Proto je důležité zvážit případné užívání „očních vitamínů“, jelikož sebou mohou nést také vysoká rizika.

Na studii AREDS navazuje studie AREDS2. Studie The Age-Related Eye Disease Study 2 Research Group (2013) upravila metodiku a eliminovala možné nedostatky z předchozí studie, například snížením dávky zinku nebo eliminací betakarotenu. (Adams 2014) Cílem studie bylo zjistit, zda se přidáním luteinu (10 mg) + zeaxanthinu (2 mg) nebo omega-3 (350 mg DHA + 650 mg EPA) do originální formule AREDS sníží riziko rozvoje pokročilé formy AMD. Studie také vyhodnocovala účinek eliminace betakarotenu, snížení dávek zinku nebo obojího v lékové formě AREDS. Studie se zúčastnilo 4203 účastníků ve věku 50 až 85 let s rizikem pokročilé formy VPMD. Účastníci byli rozděleni do 4 skupin. Studie trvala 5 let a neprokázala žádné statisticky významné snížení progresu VPMD či zlepšení zrakových funkcí a ostrosti. Pouze v případě podání luteinu + zeaxanthinu + AREDS bez betakarotenu, byla naznačena možná role při snižování rizika progresu VPMD. Toto zjištění je však zapotřebí dále ověřit. Zároveň se neprokázal žádný zjevný vliv eliminace betakarotenu nebo nižší dávky zinku na progresi do pokročilé formy VPMD.

I přesto, že studie AREDS2 neprokázala zjevné pozitivní benefity nutrientů na VPMD, neznamená to, že žádné nemají. Neal Adams (2014) zdůrazňuje, že studie pracovala s doplňky stravy, ovšem konzumace zeleniny, ovoce, ořechů, obilovin, ryb či dušeného/vařeného kuřete je spojena s nižší mírou pokročilé makulární degenerace.

Pozitivní přínos stravy v přirozené podobě u VPMD potvrdila například studie de Koning-Backus a kol. (2019). Ta došla k závěru, že konzumace 200 gramů zeleniny denně, ovoce 2x denně a ryb 2x týdně je spojena s výrazně sníženým rizikem VPMD. Souvislost mezi stravovacími návyky a VPMD vyhodnocovala také studie Amirul Islam a kol. (2014), která potvrdila, že strava s vysokým obsahem ovoce, zeleniny, kuřecího masa a ořechů, a zároveň s nízkým příjmem červeného masa se zdá být spojena s nižší prevalencí pokročilé VPMD. Pozitivní souvislost s vyšším příjmem ovoce a zeleniny také potvrdily například studie Cho a kol. (2004) nebo Kim a kol. (2018).

### **Další prospěšné nutrienty**

#### **Kyselina fytová**

Jedná se o sloučeninu kyseliny hexafosforečné s inositolem. Je prospěšná, jelikož váže kov, který vytváří oxidativní poškození. Jedná se o prekurzor Inositoltrisfosfátu, který signalizuje buňkám sítnice, aby odstranily artefakty. Zabraňuje také proliferaci buněk, aby nedocházelo ke vzniku rakoviny. Při zařazování kyseliny fytové do jídelníčku je důležitá opatrnost z hlediska jejího množství. Jak zmiňuje Neal Adams (2014), pokud budeme živiny přijímat primárně z potravy, nemusíme se předávkování bát. Správné množství je důležité z toho důvodu, že je silným pojivem dobrých kovů, jako je například železo. Železo je důležité pro transport kyslíku do krevních buněk. Při nadměrném množství kyseliny fytové může docházet k deficitu železa (k anemii). Mezi nejlepší zdroje kyseliny fytové patří bílá fazole, fazol obecná, cizrna, čočka, tofu, divoká rýže, celozrnné těstoviny, olivy, řepa, špenát, mrkev, semínka nebo ořechy. (Adams 2014)

#### **Karnitin**

Karnitin je sloučenina tvořená aminokyselinami. Asi 95 % zásob karnitinu v našem těle najdeme ve svalech a srdci, ačkoliv se nachází v oční čočce. Kniha (Adams 2014) uvádí, že pomáhá odstraňovat artefakty v sítnici, což je hlavní příčina vzniku makulární degenerace. Podle některých autorů by karnitin mohl nepříznivý průběh

onemocnění zvrátit. Tuto sloučeninu najdeme v hovězím mase, steaku, mléku nebo tresce. (Adams 2014)

## **Metionin**

Metionin je aminokyselina, která pomáhá zvyšovat energii uvnitř buněk a je prekurzorem některých antioxidantů. Za pomoci chromu pomáhá odstraňovat artefakty zpoza sítnice. Najdeme ho v mase, mléčných výrobcích, ořechích nebo sóje. Zde je ovšem důležité mít na paměti, že methionin se může snadno změnit na toxický homocystein. (Adams 2014)

### **3.3 Šedý zákal**

Výživa nemůže změny vedoucí ke kataraktě, neboli šedému zákalu zvrátit, jakmile nastanou, může ale její nástup oddálit konzumací stravy bohaté na kvalitní živiny. Nedostatek některých nutrientů může vést k rozvoji a progresi šedého zákalu souvisejícího s věkem. Čočka se v našem oku nachází v tekutině, která obsahuje nejvyšší koncentraci živin ze všech míst v našem těle. Chrání tak čočku a zabraňuje změnám šedého zákalu souvisejícím s věkem. Můžeme proto pomoci našemu tělu zajistit živiny konzumací kvalitních potravin, aby byly k dispozici v tekutinách pro naše oko. (Adams 2014, Sella & Afshari 2019) Tento fakt potvrdila studie Sperduto a kol. (1993), která porovnávala dvě již publikované, randomizované, dvojité zaslepené studie s délkou trvání 5 až 6 let. Obě studie byly provedené na nutričně deprivované čínské venkovské populaci. V první studii, do které bylo zařazeno 2141 účastníků, došlo u osob, kterým byl podán multivitamin/multiminerální doplněk, ke statisticky významnému 36% snížení prevalence katarakty. Ve druhé studii s 3249 účastníky bylo u osob užívajících riboflavin/niacin zjištěno 44% snížení nukleární katarakty, ale zvýšené riziko zadní subkapsulární katarakty ve srovnání s osobami, které tyto vitaminy neužívaly. Výsledky obecně podporují myšlenku doplňování živin při léčbě šedého zákalu v rozvojovém světě. Stejný názor zmínila i publikace Lim a kol. (2020), která podporuje myšlenku, že příznivé účinky suplementace vitamínu C mají vliv na incidenci katarakty v případě, že pacienti mají hladinu vitamínu nízkou.

V současnosti existuje řada studií, které poukazují na fakt, že příjem vitamínů nemá vliv na prevenci nebo zastavení procesu vzniku katarakty. Ačkoli observační studie úspěšně prokázaly pozitivní korelaci mezi specifickým příjmem živin a kataraktou

související s věkem, jiné studie toto nepotvrdily. (Adams 2014, Sella & Afshari 2019) Autoři Sella & Afshari (2019) komplexně shrnuly data z vícero studií, které řešily patogenezi tvorby a progresu šedého zákalu. Snažili se poskytnout komplexní shrnutí nejnovějších dat o živinách, založených na důkazech, které se zabývaly patogenezí tvorby a progresu šedého zákalu. Tento souhrn recenzovaných studií poukazuje na to, že konkrétní živiny mají pouze slabý vliv na kataraktogenní proces. Podle posledních zjištění se předpokládá, že výživa bohatá na ovoce a zeleninu a vysoký příjem vitamínů A, C, D, E a K1 ve stravě, může být nepřímo spojena s rizikem šedého zákalu souvisejícího s věkem. Pro stanovení dlouhodobého přínosu výživových doplňků je zapotřebí více studií zahrnujících pacienty v široké škále nutričního stavu.

## **Vitamin C**

Existuje několik studií, které varují před vysokým příjmem vitamínových suplementů. (Adams 2014) Například studie Rautiainen a kol. (2010) zkoumala, zda doplňky vitamínu C jsou spojeny s incidencí na věku závislé extrakci šedého zákalu u žen. Studie trvala 8,2 let a zúčastnilo se jí 24 593 žen ve věku 49 – 83 let. Výsledky ukázaly, že suplementace vitamínu C, zejména ve vyšších dávkách a po delší dobu trvání, může zvýšit riziko vzniku šedého zákalu souvisejícího s věkem. Podobný výsledek ukázala i studie Zheng Selin a kol. (2013), které se tentokrát zúčastnilo 31 120 mužů ve věku 45 - 79 let. Výsledky naznačují, že použití vysokých dávek (nikoli však nízkých dávek) jednotlivých doplňků vitamínu C nebo E může zvýšit riziko katarakty související s věkem. V případě vitamínu C se riziko katarakty téměř zdvojnásobilo. Riziko může být ještě vyšší u starších mužů, uživatelů kortikosteroidů a dlouhodobých uživatelů. Naopak příznivé účinky vitamínu C prokázala studie Hankinson a kol. (1992), které se zúčastnilo 50 828 žen ve věku 45 – 67 let sledovaných po dobu osmi let. Bylo zjištěno snížené riziko katarakty a to o 45 % u žen, které užívaly doplňky vitamínu C po dobu 10 a více let. Vitamin C je ve spojení s dalšími živinami prospěšný nejen při ochraně čočky před poškozením, které vede k tvorbě šedého zákalu. (Adams 2014)

Studie Leske a kol. (1998) se zabývala hodnocením příjmu nutrientů v potravě, užíváním vitamínových doplňků a hladiny vitamínu E v krevní plazmě. U pravidelných uživatelů multivitaminových doplňků se riziko nukleární opacifikace snížilo o jednu třetinu a u pravidelných uživatelů vitamínových doplňků a osob s vyššími hladinami vitamínu E v krvi se riziko snížilo přibližně o polovinu.

## **Vitamin A a karotenoidy**

Autoři studie Hankinson a kol. (1992) prokázali, že ženy, jejichž strava obsahovala nejvíce celkového příjmu vitamínu A ve stravě, nikoliv ve formě doplňků stravy, měly o 39 % nižší riziko katarakty ve srovnání s ženami s nejnižším obsahem příjmu vitamínu A ve stravě. Příjem vitamínu A byl primárně z živočišných zdrojů a karotenoidy z ovoce a zeleniny. Ze specifických potravinových položek byl špenát (spíše než mrkev, největší zdroj betakarotenu) nejdůsledněji spojován s nižším relativním rizikem. Závěr studie říká, že karotenoidy ve stravě a dlouhodobá suplementace vitamínem C může snížit riziko závažné formy katarakty.

Studie Brown a kol. (1999) vycházela z předpokladu, že karotenoidy by mohly zabránit oxidaci proteinů nebo lipidů v čočce, a tím snížit riziko katarakty související s věkem. Cílem bylo prozkoumat souvislost mezi příjmem karotenoidů a vitamínu A a nutností výměny nitrooční čočky z důvodu šedého zákalu. Do studie bylo zařazeno 36 644 mužů ve věku 45 - 75 let. Studie se týkala konzumace potravin, nikoliv suplementů. Pro posouzení příjmu potravy byl použit dotazník o frekvenci jídla. U mužů s vyšším příjmem luteinu a zeaxanthinu bylo pozorováno mírně nižší riziko výměny nitrooční čočky z důvodu šedého zákalu. Ze specifických potravin s vysokým obsahem karotenoidů byly brokolice a špenát nejčastěji spojovány s nižším rizikem katarakty.

Naopak studie, které zkoumaly vliv suplementace betakarotenu takto úspěšné výsledky neměly. Studie Christen a kol. (2003) zkoumala vývoj šedého zákalu souvisejícího s věkem u 22 071 mužů po dobu 12 let. Výsledky nenaznačují žádný celkový přínos nebo poškození během 12 let suplementace betakarotenem v souvislosti se šedým zákalem. Stejně závěru dospěla také studie Christen a kol. (2014), které se zúčastnilo 39 876 žen od 46 věku života. Studie trvala 2 roky a jeden měsíc. Obě zmíněné studie naznačily možný příznivý účinek betakarotenu u skupiny kuřáků. V případě studie Christen a kol. (2003) snížil betakaroten nadměrné riziko šedého zákalu přibližně o jednu čtvrtinu. Stejně jako u vitamínu C je potřeba dávat si pozor na množství, jelikož vysoké dávky vitamínu A mohou být pro organismus nebezpečné. (Adams 2014)

## **Vitamín K1 a další antioxidanty**

Studie Camacho-Barcia a kol. (2017) zkoumala souvislost mezi příjmem vitamínu K1 v potravě a rizikem vzniku šedého zákalu u starší středomořské populace. Účastníci s

nejvyšším příjmem vitamínu K1 v potravě měli nižší riziko šedého zákalu než účastníci s nejnižším příjmem. Určitou podporu pro antioxidační teorie kataraktogeneze poskytuje i studie Cumming a kol. (2000). Ta zmiňuje, že vitamín A a riboflavin, jakožto živiny s antioxidačním potenciálem, byly spojeny se sníženou prevalencí nukleární katarakty. Dalším zjištěním bylo, že niacin a riboflavin mohou chránit proti jadernému zákalu. Vztahem antioxidačních živin k výskytu jaderného šedého zákalu se zabývala studie Lyle a kol. (1999). Bylo zjištěno, že u osob s nejvyšším příjmem luteinu v dávné minulosti byla pravděpodobnost vzniku katarakty o polovinu nižší než u osob s nejnižším příjmem.

### **Skupiny komplexních vitamínových doplňků**

Studie Chasan-Taber a kol. (1999) zkoumala souvislost mezi příjmem vitamínových doplňků a incidencí extrakce šedého zákalu během 12 let sledování, tentokrát u 47 152 žen. Dle studie, dlouhodobé užívání vitamínových doplňků (C, E a A) nemá vliv na snížení progresu šedého zákalu. Pozitivní výsledek přinesla naopak studie Christen a kol. (2014), která se zabývala stejnou otázkou, tentokrát ovšem u skupiny 14 641 mužů po dobu 11,2 let. Dle autorů dlouhodobé užívání multivitaminu denně mírně a významně snižovalo riziko katarakty.

Vztah mezi vitamínovými doplňky a třemi druhy katarakty srovnávala studie Kuzniarz a kol. (2001). Studovalo se 2873 účastníků ve věku 49 – 97 let. Závěr dlouhodobého užívání doplňků jako jsou multivitaminy, skupina B vitamínů a vitamín A byl spojen se sníženou prevalencí nukleární nebo kortikální katarakty. Novým zjištěním této studie je silný ochranný vliv na kortikální šedý zákal za použití folátu nebo vitamínu B12 jako doplňku stravy. Dlouhodobým užíváním multivitaminů nebo tentokrát doplňků stravy obsahujících vitamín C nebo E se zabývala studie Mares-Perlman a kol. (2000). Užívání těchto vitamínů po dobu delší než 10 let snížilo riziko nukleární a kortikální katarakty. Naopak užívání doplňků stravy po kratší období nebylo spojeno se sníženým rizikem katarakty. Specifické živiny, které jsou za tento výsledek zodpovědné, však v tuto chvíli nelze zjistit a neměřené rozdíly v životním stylu mezi uživateli doplňků stravy a neuživateli mohou tyto výsledky vysvětlit.

### **Přirozené zdroje vitamínů**

Významnou úlohu stravy v riziku extrakce šedého zákalu ukazuje také studie Tavani a kol. (1996). Ta se zabývala stravou italské populace. Studie pracovala s

předpokladem, že oxidační poškození proteinů čočky může hrát důležitou roli při tvorbě šedého zákalu. Vitamíny a obecněji antioxidanty mohou zabránit nebo minimalizovat poškození čočky volnými radikály. Ochrannou roli zde mají potraviny jako například některá zelenina, ovoce, vápník, kyselina listová a vitamín E. Zvýšené riziko bylo spojené se solí a zvýšeným příjmem tuků. Příjem alkoholu, vína, piva, kávy a dalších nápojů obsahujících methylxanthin nebyl spojen s možným rizikem. Nedostatkem této studie je fakt, že nebyla daná přesná velikost porce pro různý příjem stopových živin. Také nebyly brány v potaz informace, zda subjekty užívaly nějaké doplňky stravy. Závěrem, tato studie potvrzuje, že specifické složky stravy jsou spojeny s rizikem extrakce šedého zákalu a dále podporuje ochranný účinek stravy bohaté na zeleninu a ovoce s nízkým obsahem soli a tuků v této italské populaci. I přesto, že ve zmíněné studii Tavani a kol. (1996) nebyla káva považována za rizikový ani ochranný prvek, studie Varma (2016) naznačila možný preventivní účinek kávy a kofeinu proti tvorbě šedého zákalu.

### **3.4 Glaukom**

#### **Vitamíny skupiny B**

Vitamin B1 je důležitý pro fungování buněk lidského těla. Z pohledu zraku je nezbytný pro zrakový nerv a sítnici. Buňky potřebují pro své správné fungování dostatek energie ve formě ATP, které elektrárny v buňkách vytvářejí samy o sobě z potravy, kterou přijímáme spolu s kyslíkem. Vitamin B1 je důležitý pro ochranu nervových buněk před poraněním způsobeným nadměrným uvolňováním neurotransmiterů, signálů, které posílají zprávy z jedné neuronové synapse do druhé. Reguluje také nabitě částice, které tvoří impulzní signály, které jsou vysílány nervovými vlákny. Vitamin B1, stejně jako ostatní vitamíny tohoto komplexu, tělo neumí skladovat. Veškeré přebytky jsou močí vyloučeny ven z těla. Proto je důležitý jeho každodenní příjem. Zdroje vitamínu B1 jsou pistácie, arašídny, pekanové ořechy a lískové ořechy. Dále také eidam, černé fazole, čočka, hrášek, artyčok, mrkvový džus, pivovarské kvasnice, ovesné vločky, vaječný žloutek. Chléb a obiloviny jsou také často obohaceny vitaminem B1. (Adams 2014, Mindell 2000)

Ve spojitosti s glaukomem, neboli zeleným zákalem, je také významný vitamin B12. Vitamin B12 může chránit před zhoršením progresu slepoty u glaukomu nebo alespoň zlepšit schopnost rozpoznat světelné signály a obrazy v periferním zorném poli. (Adams 2014) Jedná se o jediný vitamín skupiny B, který tělo dokáže skladovat, a to až

po dobu 3 let. Vitamin B12 se v rostlinné stravě prakticky nevyskytuje, nalezneme ho v játrech, hovězím mase, vepřovém mase, rybím mase, vejcích, mléce a mléčných výrobcích. (Mindell 2000)

## **Cholin**

Cholin se řadí mezi základní aminy, jelikož je v těle částečně vytvářen. Dříve se však řadil mezi vitamíny skupiny B. Spolu s vitamínem B5 tvoří tzv. acetylcholin. Tento neurotransmitter chrání před nadměrnou stimulací nervových buněk jinými neurotransmitery. Nadměrná stimulace může totiž vést až k odumírání nervových buněk. Dále může cholin také zlepšit signalizaci mezi okem a mozkiem přes optický nerv, a to může chránit před zhoršením slepých skvrn na periferním okraji zorného pole u glaukomu. Cholin také snižuje množství toxinu zvaného homocystein, který poškozuje cévy. Pacienti s glaukomem mají často vyšší hladiny toxinu homocysteinu v krvi než osoby, které zelený zákal nemají. (Adams 2014) Toto tvrzení podporuje také studie Cumurcu a kol. (2006), která porovnávala hladiny sérového homocysteinu, vitamínu B12 a kyseliny listové u pacientů s primárním glaukomem s otevřeným úhlem, pseudoexfoliativním glaukomem, normotenzivním glaukomem a zdravými jedinci. Zúčastnilo se jí 86 subjektů. Výsledkem studie byly zvýšené hladiny homocysteinu v séru a zároveň snížené hladiny kyseliny listové v séru u subjektů s pseudoexfoliativním glaukomem. Na tomto tvrzení se shoduje také studie Leibovitch a kol. (2003), které se zúčastnilo 30 pacientů s glaukomem a 30 osob bez očního onemocnění v anamnéze. Ze studie vyplývá, že hyperhomocystinemie může být spojena s pseudoexfoliačním glaukomem.

Perfektním zdrojem cholinu jsou vejce. Jedno vejce denně dodá organismu asi poloviční dávku cholinu, kterou potřebujeme. Mezi další zdroje patří srdce, kvasnice, arašíd, kešu, steak, treska, losos, vlašské ořechy, růžičková kapusta, květák nebo některé druhy fazolí. (Adams 2014, Mindell 2000)

## **Máta coleus forskohlii**

V souvislosti s glaukomem je také dobré zmínit konkrétní druh máty zvaný coleus forskohlii. Tento druh máty je schopný aktivovat enzymy, které vyvolávají tvorbu důležitých signálních molekul uvnitř našich vlastních buněk nazývaných cyklický AMP (cAMP). Tato signální molekula je schopna na rozdíl od jiných signálních molekul,

vstoupit a doručit zprávu až dovnitř buněk přes ochranou zapouzdrovanou stěnu. Prostřednictvím zvýšené dostupnosti cAMP může tato máta také zvýšit schopnost reakce očních nervových buněk na specifické molekuly neurální signalizace, které pomáhají chránit a podporovat přežití nervových buněk. (Adams 2014)

### **Kolagen a kyselina hyaluronová**

V oku se nachází tzv. Schlemmův kanál, který slouží jako odvodňovací potrubí. Tento odtok zakrývá trabekulární síťový filtr, který pomáhá regulovat množství odváděné tekutiny a filtruje ji. Pro zamezení vzniku glaukomu je podstatné, aby nedošlo k jejímu ucpaní. Každých pár hodin se veškerá tekutina v oku odfiltruje a vymění. Tato tekutina v oku obsahuje elektrolyty a cukry pro energii, ale také proteiny a protilátky, které chrání buňky v oku. V tekutině jsou vysoké koncentrace živin. Například hladina vitamínu C je v této tekutině dvakrát vyšší než v krevních řečišti, a vyšší je už pouze v zadní části oka, kde je vitamin C stokrát vyšší než v krevním řečišti. Nicméně filtr se může ucpat, což má za následek nahromadění tekutiny v oku. Kvalitní zdroj živin je velmi důležitý k podpoření správné funkce této jemné tkáně. Filtr je vyroben ze dvou sloučenin, a to kolagenu a kyseliny hyaluronové. (Adams 2014)

Kyselina hyaluronová je velmi dlouhý řetězec specializovaných cukrů, které v těle plní spoustu důležitých funkcí. Konkrétně v souvislosti se zrakem podporuje zrakový nerv. Pomáhá také trabekulárnímu pletivu udržovat tvar, zabraňuje jeho zhroucení a udržuje otevřené póry. Právě lidé s glaukomem, mají méně kyseliny hyaluronové v trabekulárním pletivu a ve spojení optického nervu. Nejlepším způsobem, jak získat do organismu více kyseliny hyaluronové je konzumace živin, které obsahují složky potřebné k jejímu vytvoření a stabilizaci v organismu. Mezi takové živiny patří mangan, bor a bioflavonoidy. Například mangan pomáhá enzymům, které vytvářejí strukturu kyseliny hyaluronové optického nervu a trabekulárního pletiva. (Adams 2014)

Kolagen je důležitý pro podporu struktur, které hrají důležitou roli v prevenci glaukomu. Konkrétně kolagen je bílkovina nejhojněji zastoupena v lidském těle. Stejně jako u kyseliny hyaluronové, potřebujeme živiny, které podporují tělo v tvorbě vlastního kolagenu. Mezi tyto nutrienty patří vitamin C, měď, lysin a prolin. Lysin i prolin jsou aminokyseliny, tzv. stavební kameny bílkovin. Prolin je potřebný nejen pro kolagen, ale také pro bílkovinu zvanou elastin, která je velmi potřebná pro podporu sítnice a krevních cév v zadní části oka. Ze zdrojů jako jsou ryby, maso, pekanové ořechy, hnědá rýže či

kukuřice je tělo schopné si vyrobit vlastní prolin. Naopak lysin si tělo není schopné vytvořit samo, proto je nutné přijímat ho z potravy. Lysin se nachází v platýsovi, krevetách, steaku, pistáciích, sýrech a vejcích, což jsou jeho hlavní zdroje. Nachází se ovšem také ve fazolích, kukuřici, špenátu, brokolici, houbách nebo pekanových ořeších. (Adams 2014)

### **Hořčík**

V souvislosti s glaukomem můžeme také zmínit důležitost hořčíku, který je nezbytný pro udržování hladiny vitamínu B1 a je považován jako zásadní pro ochranu proti zelenému zákalu. Současné poznatky ukazují, že vysoké hladiny hořčíku významně snižují riziko glaukomu. (Adams 2014) Studie Rolle a kol. (2020) se snažila zhodnotit účinek denního příjmu homotaurinu, karnosinu, forskolinu, vitaminů B1, B2 a B6, kyseliny listové a doplňku právě na bázi hořčíku (GANGLIOLIFE®) na míru progresu zorného pole u 31 pacientů průměrného věku 70, 80 let s progresivním primárním glaukomem s otevřeným úhlem. Studie prokázala, že léčba zmíněnými doplňky byla schopna zpomalit rychlost progresu funkčního poškození a zlepšit zrakové funkce po 2 a 6 měsících denního příjmu.

### **Selen**

Selen je nezbytný díky jeho antioxidačním účinkům. Důležité je ale mít na paměti, že selen je sám o sobě oxidantem. Ve vysokých dávkách užívaných každý den se proto zdvojnásobuje riziko vzniku glaukomu. (Adams 2014) Tuto skutečnost například potvrdila studie Bruhn a kol. (2009). Přírodní zdroje selenu obsahují například para ořechy nebo česnek. Nalezneme ho ale také v mořských plodech či rajčatech, cibuli, brokolici nebo hnědé rýži. (Adams 2014, Mindell 2000)

### **Vanad**

S prevencí vzniku glaukomu je také spojován vanad, a to především proto, že pravděpodobně dokáže snížit tlak v oku. Vanad je ovšem bohužel oxidant, proto není dobrá jeho konzumace ve velkém množství. Jeho potřebná dávka není stanovena. Pokud se používá v organické formě, může být toxický. Množství vanadu, které potřebujeme, získáme prostřednictvím vyvážené stravy. Nalezneme ho například v rybách, olivách či celozrnných obilninách. (Adams 2014, Mindell 2000)

### 3.5 Retinitis pigmentosa

Existují důkazy v podobě několika klinických studií, které dokazují pozitivní účinky či dokonce zpomalení progresu retinitis pigmentosa (RP) u jedinců užívajících omega 3 a DHA. Vyhodnotit, zda dieta s vysokým obsahem dlouhých řetězcových mastných kyselin omega 3 může zpomalit rychlost ztráty zrakové ostrosti u pacientů s retinitis pigmentosa, kterým je podáván vitamin A, se snažila studie Berson a kol. (2012). Vycházela z již dříve publikovaných studií. Všichni zúčastnění v nich dostávali 15 000 IU/d vitamínu A. Osoby, které konzumovaly stravu s vysokým obsahem omega 3 mastných kyselin, měly oproti osobám s nízkým obsahem omega 3 o 40 % pomalejší průměrnou roční rychlost poklesu zrakové ostrosti ve vzdálenosti. Již dřívější studie Berson a kol. (2004), ve které pacienti dostávali také 15 000 IU/den vitamínu A, ukázala u pacientů s příjmem 0,20 g/den omega 3 mastných kyselin o 50 % pomalejší rychlost poklesu citlivosti centrálního zorného pole. Tato kombinace vedla u pacientů k dalších 19 letům zachování centrálního zorného pole. Stejným tématem se zabírala také studie Berson a kol. (2004). Ta se snažila určit, zda kyselina dokosahexaenová (DHA) dokáže zpomalit průběh degenerace sítnice u dospělých pacientů s retinitis pigmentosa, kteří rovněž užívají vitamin A. Všem pacientům bylo podáno 15 000 IU/den vitamínu A v kombinaci s 1200 mg/den kyseliny dokosahexaenové nebo kontrolními tobolkami. Tato studie ovšem nenaznačila příznivý vliv DHA na zpomalení průběhu onemocnění.

Otázkou vlivu kyseliny dokosahexaenové (DHA) na onemocnění retinitis pigmentosa se zabývala také studie Hoffman a kol. (2004). Na základě předpokladu, že nízká hladina DHA může ovlivnit funkci sítnice, se autoři Hoffman a kol. (2004) snažili určit vliv rychlosti progresu sítnice po zvýšení hladiny DHA v krvi. Studie trvala 4 roky a zúčastnili se jí pacienti mužského pohlaví v rozmezí 4 – 38 let. Pacienti užívali buď DHA (400mg/den), nebo placebo tobolky. Studie neprokázala žádné změny zrakové ostrosti ani zrakového pole.

Retinitis pigmentosa se často spojuje s příznivým účinkem vitamínu A. Studie Berson a kol. (1993) zjišťovala, zda doplňky vitamínu A, nebo vitamínu E samotné, nebo v kombinaci ovlivňují průběh retinitis pigmentosa. Jednalo se o randomizovanou, kontrolovanou, dvojité zaslepenou studii s trváním 4 až 6 let u 601 pacientů s retinitis pigmentosa ve věku 18 až 49 let. Pacienti byly rozděleni do čtyř skupin: 15 000 IU/den vitamínu A, 15 000 IU/d vitamínu A + 400 IU/d vitamínu E, stopové množství obou vitaminů nebo 400 IU/d vitamínu E. Dle zjištění, dávka 15 000 IU/den vitamínu A má

příznivý účinek a naopak 400 IU/den vitamínu E má nepříznivý účinek na průběh retinitis pigmentosa. Příznivé účinky vitamínu E v kombinaci s taurinem a diltiazem se naopak projevíly ve studii Pasantes-Morales a kol. (2002), kde měla tato kombinace vliv na snížení rychlosti ztráty zorného pole u retinitis pigmentosa, pravděpodobně prostřednictvím ochranného účinku před reakcemi volných radikálů u postižených fotoreceptorů.

Další dvě zmíněné studie se zabývaly luteinem v kombinaci s vitamínem A a dalšími složkami výživy. Berson a kol. (2010) zkoumali vliv 12 mg luteinu u pacientů nekuřáků ve věku 18 až 60 let. Luteinová suplementace 12 mg/den zpomalila ztrátu středního periferního zorného pole u nekuřáků s retinitis pigmentosa užívajících vitamin A. Dagnelie a kol. (2000) zkoumali účinky luteinové suplementace na zrakovou ostrost, centrální oblast zrakového pole a subjektivní poruchy zraku u RP a souvisejících degenerací sítnice. Účastníci užívali suplementaci luteinem (40 mg/den po dobu 9 týdnů, 20 mg/den poté). Někteří účastníci navíc užívali také 500 mg DHA/den, komplex vitamínu B a trávicí enzymy. Účastníci, kteří dříve užívali vitamin A a/nebo betakaroten, pokračovali v těchto doplňcích po celou dobu studie. Zajímavým poznatkem je fakt, že nárůst zrakové ostrosti silně koreloval s barvou očí. U modrookých jedinců došlo ke krátkodobému zlepšení zraku po suplementaci luteinem. U vitamínu se předpokládá zvýšený přínos zorného pole. U účastníků, kteří přijímali doplňky před zahájením studie, byly pozorovány lepší výsledky v centrální oblasti vizuálního pole než u těch, kteří dříve suplementaci neužívali.

Taurin, kurkuma či druh máty zvaný coleus forskohlii se také pojí s prevencí RP. Taurin, jeden z nejvíce koncentrovaných stavebních kamenů bílkovin v sítnici, je schopný vzít vitamín A a transportovat ho do fotoreceptorů v sítnici. Poté, co je vitamín A spotřebován tyčinkami a čípkami, taurin vezme zbylý vitamín A k recyklaci. Ve spojitosti s RP se ukazuje, že může pomoci zachránit poškozené neurony v sítnici. I přesto, že si tuto neesenciální aminokyselinu tělo umí vytvořit samo, můžeme taurin nalézt v mase všeho druhu (zvláště rybím), vejcích či mléce. Kurkuma je prospěšná zejména v nervové tkáni, jako je sítnice, díky jejím antioxidačním a protizánětlivým vlastnostem. (Adams 2014, Mindell 2000)

### 3.6 Diabetická retinopatie a makulární edém

Pro pochopení prevence diabetické retinopatie a makulárního edému, je důležité nejprve si uvést a popsat příčinu těchto onemocnění.

Jídla, která jíme, obsahují různé druhy sacharidů, což je chemické slovo pro cukry. Ty sahají od běžně uznávaných jednoduchých cukrů (jako je stolní cukr nebo sacharóza) přes ovocné cukry (fruktóza) přes mléčné cukry (laktózu) až po komplexní cukry, jako jsou cukry v chlebech, těstovinách a obilovinách. Cukry jsou nezbytné pro naše tělo. Poskytují našim buňkám energii a způsoby ukládání této energie. Tvoří složky enzymů v našich buňkách. Dokonce tvoří také základní části našeho genetického materiálu (DNA) v našich buňkách. Důležitá role cukru spočívá tedy v dodávání energie našim buňkám. Cukr hraje ovšem také klíčovou roli v mnoha funkcích buněk, od našeho imunitního systému až po prevenci nemocí. Náš trávicí systém zpracovává potravu a posílá cukr z jídla do krevního oběhu, ve kterém míří k buňkám, jelikož ty ke své existenci cukr potřebují. Když konzumujeme jídlo, začne se cukr vlévat do našeho krevního oběhu. Velká část cukru musí být nasměrována do úložišť k pozdějšímu využití nebo do míst s vysokou energií, které potřebují cukry hned. Mezi úložiště patří tukové buňky či jaterní buňky a mezi vysoce energetická místa buňky svalové a srdeční. Tato úložiště a vysokoenergetická místa představují 2/3 všech našich buněk v těle. Naše těla mají tedy systém, který kontroluje tok cukrů do těchto skladovacích či vysokoenergetických buněk. Tento systém zahrnuje také hormon zvaný inzulin. Právě inzulin, kromě jiného, kontroluje tok cukru do velkého množství našich buněk. Pokud je v krevním oběhu hodně cukru, inzulin otevírá brány ve skladech a vysokoenergetických místech. Problém nastává, pokud dojde ke ztrátě kontroly toku cukru do skladu či vysokoenergetického místa, tzv. inzulin neplní svoji funkci nebo tělo již není na inzulin citlivé. Cukr tak zůstane plavat v našem krevním oběhu, dokud nedojde k zániku nebo rozbití buněk, které tvoří stěny krevních cév. Během let, kdy v krevním oběhu plave nadbytečné množství cukru, se začnou krevní cévy poškozovat, krvácet, protékat či způsobí snížení průtoku krve do tkáně, což způsobuje zhoršení zraku. Hlavním řešením je utěsnit prosakující cévy. Tento krok ovšem nepomůže, pokud budou krevní cukry stále vysoké a úniků stále více. Je proto nutné tento cyklus zastavit. (Adams 2014)

Sítnice vyžaduje vysoký průtok krve, kyslíku a živin. V případě nedostatku začnou její buňky odumírat. Pokud se to týká i středu sítnice (makuly), začne to ovlivňovat také vidění. Ve vážném případě si tělo začne vytvářet nové krevní cévy. Ty

rostou nekontrolovaně, poškozují sítnici, nevyživují ji, uniká z nich tekutina, krvácejí a blokují výhled. Oční onemocnění související s diabetem se často projeví až po letech špatné kontroly hladiny cukru v krvi. Jakmile začne být diabetes léčený, většina problémů, které s ním souvisí, se začne léčit sama, pokud je zachycena dostatečně brzy. U diabetiků je zásadní omezení cukrů, zejména těch umělých. Diabetes způsobený špatnými stravovacími návyky způsobuje kromě makulárního edému nebo diabetické retinopatii také šedý zákal nebo syndrom suchého oka. (Adams 2014)

### **Kyselina alfa-lipoová**

Kyselina alfa-lipoová je velmi důležitá v boji proti oxidantům, jelikož se řadí mezi nejúčinnější antioxidanty. Pomáhá v prevenci vzniku AGE (toxických bílkovin) a znemožňuje jejich tvorbu. Kyselina alfa-lipoová může také zvýšit citlivost na inzulín prostřednictvím inzulín-signalizačních cest uvnitř buněk a posílit úlohu inzulínu při přepravě cukrů a přerozdělování cukrových transportérů tam, kde je potřeba nejvíce. Jako taková pomáhá kontrolovat hladinu cukru v krvi. (Adams 2014)

### **Bioflavoidy**

Bioflavoidy jsou u diabetu důležité hlavně proto, že zlepšují stav kapilár. U diabetu je nejzásadnější quercetin, troxerutin a resveratrol. (Adams 2014)

Quercetin je jeden z nejvíce aktivních bioflavoidů. Je to velmi silný antioxidant. Vědecké důkazy naznačují, že blokuje cestu, která tvoří toxické AGE u diabetu, čímž se snižují škodlivé účinky vysokého růstu krevních cév. Tyto efekty nejsou důležité pouze pro diabetes, ale také pro jiná oční onemocnění jako je makulární degenerace, katarakta, zánět v očích, zarudlé oči a pro zdravé oči celkově. Mezi zdroje patří pálivé chili papričky, červená cibule, hrášek černooký, ibišek jedlý či včelí pyl. (Adams 2014)

Troxerutin je bioflavonoid, který pochází z japonského stromu pagody *Sophora japonica*. Měl by mít přínosy pro sítnicové cévy a onemocnění sítnicových žil. Ukázalo se, že troxerutin zlepšil vidění u pacientů, kteří trpěli krevní sraženinou v jejich sítnicové žíle – tzv. okluzí sítnicové žíly. Troxerutin zlepšil vidění, zlepšil oběh sítnicových cév a snížil hromadění tekutin v sítnici. Jsou to stejné procesy, s nimiž potřebujeme pomoc při diabetu. Mezi jeho zdroje patří citrusové plody, jablka (především slupka), broskve,

meruňky, brusinky, chřest, zelená paprika a jeden z nejlepších zdrojů pro rutin je pohanka. (Adams 2014)

Resveratrol objevil Michio Takaoka v roce 1930. Bylo zjištěno, že dramaticky aktivuje gen proti stárnutí, který se kromě některých živočichů nachází i u lidí. Tento gen se podílí na opravě poškozené DNA a tvorbě mitochondrií, kontrole zánětu a regulaci sekrece inzulínu. V současné době neexistuje dostatek vědeckých údajů, které by podpořily jeho protistárnoucí účinky u lidí. Jsou známy jeho antioxidační a protinádorové účinky. Může pomoci chránit před makulární degenerací a podobně jako quercetin může inhibovat tvorbu nového růstu krevních cév. Přírodní zdroje resveratrolu jsou omezené na slupky hroznů. Nejlepší je proto konzumace zeleniny a ovoce v jejich přirozeném stavu, zejména také proto, že zřejmě existují stovky dalších bioflavoidů, o kterých v současnosti ještě nevíme. (Adams 2014)

## **Kovy**

Hořčík pomáhá tělu při správném pohybu a používání cukrů. Může proto hrát důležitou roli v prevenci diabetu. Pomáhá také regulovat průtok krve cévami uvolňováním oxidu dusnatého, což je signální molekula, která napomáhá rozšíření cév. Díky regulaci oxidu dusnatého za pomoci hořčíku může zabránit vysokému krevnímu tlaku a udržet správný průtok krve v sítnici, zejména u diabetu. (Adams 2014)

Chrom hraje důležitou roli při pomoci diabetikům tím, že reguluje užívání cukru buňkami, a působí v úzkém spojení s inzulínem. Nutné je také dodat, že 99 % chromu, kterého zkonzumujeme, se vyloučí trávicím systémem. Nikdy se nedostane do krevního oběhu. (Adams 2014)

Vanadium napodobuje účinek inzulínu či zlepšuje citlivost těla na inzulín. Právě u diabetiků může pomoci snížit hladinu cukru v krvi. Je pravděpodobné, že nám stačí malé množství vanadu, a rozhodně by se to s ním nemělo přehánět. Tělo (stejně jako u chromu) většinu vanadu vyloučí, čímž tělo chrání před toxicitou. Veškeré potřebné vanadium získáte prostřednictvím mořských plodů (například humr), či dalších potravin jako jsou ořechy (lískové ořechy nebo pekanové), fazole (čočka, zelený hrášek a námořnické fazole) a zelenina (vojtěška, ředkvičky, zelí, petržel, listy vodnice, brambory a dýně). (Adams 2014)

Bór pomáhá zvyšovat aktivitu enzymů a dostupnost hormonů, čímž pomáhá udržovat správnou hormonální rovnováhu u mužů i žen. Tato správná hormonální rovnováha podporuje zdraví kostí, vyrovnává hladiny cholesterolu, snižuje zánět a pomáhá regulovat hladinu krevních cukrů. Bor nepřímo pomáhá dostat více živin do sítnice, konkrétně lutein a zeaxanthin. Mezi nejlepší přírodní zdroje boru patří arašídý, fazole, cibule, brokolice, mrkev, broskve, hrozny, jablka a hrušky. (Adams 2014)

### **Taurin**

Taurin je bílkovina (aminokyselina, protein stavební blok), která pracuje v našich žlučnicích, aby regulovala množství cholesterolu, který vstřebáváme v naší stravě. Tato bílkovina působí jako antioxidant a může tak pomoci snížit hladiny toxinu homocysteinu, který poškozuje krevní cévy. Zmírňuje také zánět a snižuje krevní tlak. Může pomoci snížit hladinu cukru v krvi. Svými účinky může zabránit tvorbě AGE. Taurin můžeme získat prostřednictvím masa, zejména platýse bradavičnatého, a prostřednictvím mléčných výrobků (mléko). Velmi dobrým rostlinným zdrojem taurinu jsou chaluhy. (Adams 2014)

### **Karnitin**

Karnitin není nezbytný pro fungování těla, jelikož není ani vitamínem ani esenciální živinou. Přesto je velmi důležitý. U diabetu karnitin snižuje tvorbu AGE, které vznikají, když cukry napadají proteiny. Uvádí se, že by mohl být užitečný při prevenci diabetického šedého zákalu. Vyskytuje se v mase a v menší míře v rybách a mléčných výrobcích. (Adams 2014)

## Závěr

V současné době internetu a rychle dostupných informací je povědomí o důležitosti kvalitní stravy v populaci stále více aktuální. Zároveň se ovšem zvyšuje vliv reklamy a tlaku prodejců nabízejících nevhodné potraviny, polotovary, cukrovinky a rychlá občerstvení.

Současné studie naznačují pozitivní vliv výživy na prevenci či zmírnění vývoje očních onemocnění. Vitamín A a omega 3 mastné kyseliny mají pozitivní vliv na vývoj onemocnění suchého oka či retinitis pigmentosa. Konkrétně u léčby suchého oka by do budoucna mohl mít velký potenciál zelený čaj, a to konkrétně v lokální formě.

Nejzásadnější vliv výživy a životního stylu na zdraví očí se ukazuje v případě věkem podmíněné makulární degenerace. Největší spojitost je v tomto případě s luteinem, zeaxantinem, zinkem a antioxidanty obecně. Jejich dostatečné množství jsme schopni přijímat z přirozené stravy. Vzhledem k možné toxicitě vysokých dávek zinku je důležité být obezřetní, pokud bychom se rozhodli konzumovat ho ve formě suplementů.

V případě šedého zákalu se studie zmíněné v této práci nejvíce liší. To, co jedna studie potvrdila, druhá vyvrátila. Ze studií je ovšem patrný určitý rozdíl ve výsledku v případě, že se studie zabývala vlivem přirozených zdrojů potravin oproti syntetickým vitamínům. V případě přirozených potravin měly výsledky jednoznačně více shodující závěry než v případě syntetických doplňků stravy. Šedý zákal má navíc přímou souvislost a diabetem, u kterého je základ konzumace přirozené pestré stravy, namísto hledání zázračných vitamínů či jiných rychlých řešení.

Dalším onemocněním je glaukom, který má přímou souvislost s nitrooční tekutinou, obsahující velkou koncentraci živin. Tento jediný poznatek by nám proto mohl dát signál, že strava nebude v případě tohoto onemocnění zanedbatelným faktem. Glaukom je nejčastěji spojován s pozitivním účinkem vitamínů skupiny B a hořčíkem.

Diabetická retinopatie má přímou souvislost se systémovým onemocněním diabetes, a tedy krevním cukrem. V tomto případě není nutné hledat konkrétní potraviny, které by tomuto stavu předcházely. Nejlepší způsob prevence je omezení jednoduchých cukrů či produktů z bílé mouky (tedy obecně vysoce zpracovaných potravin), a zařazení dostatečného množství zeleniny, ovoce, celozrnných produktů, ryb, ořechů atd.

Většina všech studií uvedených v této práci byla prováděna za pomoci suplementů, jelikož studie zrealizované formou vlivu potravin v přirozené formě jsou komplikovanější na provedení a zhodnocení výsledků. U suplementů je důležité zohlednit, v jaké fázi se konkrétní onemocnění nachází, jaká dávka je zvolena a komu jsou určeny. Budoucí studie by se mohly zaměřit na vliv potravin v přirozené podobě, jelikož z menšího množství již existujících studií vyplývají pozitivní závěry. Zmíněné studie ukazují, že pestrá strava složená ze základních potravin v přirozené podobě má prokazatelně pozitivní vliv na prevenci očních onemocnění.

## **Seznam použité literatury**

Adams N. Healthy Vision: Prevent and Reverse Eye Disease through Better Nutrition. Helena, Montana: Lyons Press; 2014.

Age-Related Eye Disease Study Research Group. A Randomized, Placebo-Controlled, Clinical Trial of High-Dose Supplementation With Vitamins C and E, Beta Carotene, and Zinc for Age-Related Macular Degeneration and Vision Loss: AREDS Report No. 8. Arch Ophthalmol. 2001;119(10):1417–1436.

Age-Related Eye Disease Study Research Group. The Age-Related Eye Disease Study (AREDS): design implications. AREDS report no. 1. Control Clin Trials. 1999;20(6):573-600.

Alanazi SA, El-Hiti GA, Al-Baloud AA, et al. Effects of short-term oral vitamin A supplementation on the ocular tear film in patients with dry eye. Clin Ophthalmol. 2019;13:599-604.

Amirul Islam FM, Chong EW, Hodge AM, et al. Dietary patterns and their associations with age-related macular degeneration: the Melbourne collaborative cohort study. Ophthalmology. 2014;121(7):1428-1434.e2.

Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, et al. A randomized trial of vitamin A and vitamin E supplementation for retinitis pigmentosa. Arch Ophthalmol. 1993;111(6):761-772.

Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, et al. Clinical trial of docosahexaenoic acid in patients with retinitis pigmentosa receiving vitamin A treatment. Arch Ophthalmol. 2004;122(9):1297-1305.

Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, et al. Clinical trial of lutein in patients with retinitis pigmentosa receiving vitamin A. Arch Ophthalmol. 2010;128(4):403-411.

Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, et al. Further evaluation of docosahexaenoic acid in patients with retinitis pigmentosa receiving vitamin A treatment: subgroup analyses. Arch Ophthalmol. 2004;122(9):1306-1314.

Berson EL, Rosner B, Sandberg MA, Weigel-DiFranco C, Willett WC.  $\omega$ -3 intake and visual acuity in patients with retinitis pigmentosa receiving vitamin A. Arch Ophthalmol. 2012;130(6):707-711.

Brown L, Rimm EB, Seddon JM, et al. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1999;70(4):517–524

Bruhn RL, Stamer WD, Herrygers LA, et al. Relationship between glaucoma and selenium levels in plasma and aqueous humour. *British Journal of Ophthalmology*. 2009;93:1155-1158.

Buscemi S, Corleo D, Di Pace F, Petroni ML, Satriano A, Marchesini G. The Effect of Lutein on Eye and Extra-Eye Health. *Nutrients*. 2018;10(9):1321.

Camacho-Barcia ML, Bulló M, Garcia-Gavilán JF, et al. Association of Dietary Vitamin K1 Intake With the Incidence of Cataract Surgery in an Adult Mediterranean Population: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Ophthalmol*. 2017;135(6):657-661.

Cavet ME, Harrington KL, Vollmer TR, Ward KW, Zhang JZ. Anti-inflammatory and anti-oxidative effects of the green tea polyphenol epigallocatechin gallate in human corneal epithelial cells. 2011;17:533-542.

Cressie N. Empirical Bayes estimation of undercount in the decennial census. *J Am Stat Assoc*. 1989;84(408):1-44.

Cumming RG, Mitchell P, Smith W. Diet and cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 2000;107(3):450-456.

Cumurcu T, Sahin S, Aydin E. Serum homocysteine, vitamin B 12 and folic acid levels in different types of glaucoma. *BMC Ophthalmol*. 2006;6:6.

Dagnelie G, Zorge IS, McDonald TM. Lutein improves visual function in some patients with retinal degeneration: a pilot study via the Internet. *Optometry*. 2000;71(3):147-164.

de Koning-Backus APM, Buitendijk GHS, Kiefte-de Jong JC, et al. Intake of Vegetables, Fruit, and Fish is Beneficial for Age-Related Macular Degeneration. *Am J Ophthalmol*. 2019;198:70-79.

Fogagnolo P, De Cilla' S, Alkabes M, Sabella P, Rossetti L. A Review of Topical and Systemic Vitamin Supplementation in Ocular Surface Diseases. *Nutrients*. 2021;13(6):1998.

- Giannaccare G, Pellegrini M, Sebastiani S, et al. Efficacy of Omega-3 Fatty Acid Supplementation for Treatment of Dry Eye Disease: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Cornea*. 2019;38(5):565-573.
- Hankinson SE, Stampfer MJ, Seddon JM, et al. Nutrient intake and cataract extraction in women: a prospective study. *BMJ*. 1992;305(6849):335-339.
- Heo J, Lee BR, Koh JW. Protective effects of epigallocatechin gallate after UV irradiation of cultured human lens epithelial cells. *Korean J Ophthalmol*. 2008;22(3):183-186.
- Hoffman DR, Locke KG, Wheaton DH, Fish GE, Spencer R, Birch DG. A randomized, placebo-controlled clinical trial of docosahexaenoic acid supplementation for X-linked retinitis pigmentosa. *Am J Ophthalmol*. 2004;137(4):704-718.
- Chasan-Taber L, Willett WC, Seddon JM, et al. A prospective study of vitamin supplement intake and cataract extraction among U.S. women. *Epidemiology*. 1999;10(6):679-684.
- Cho E, Seddon JM, Rosner B, Willett WC, Hankinson SE. Prospective study of intake of fruits, vegetables, vitamins, and carotenoids and risk of age-related maculopathy. *Arch Ophthalmol*. 2004;122(6):883-892.
- Christen WG, Glynn RJ, Manson JE, et al. Effects of multivitamin supplement on cataract and age-related macular degeneration in a randomized trial of male physicians. *Ophthalmology*. 2014;121(2):525-534.
- Christen WG, Manson JE, Glynn RJ, et al. A randomized trial of beta carotene and age-related cataract in US physicians. *Arch Ophthalmol*. 2003;121(3):372-378.
- Kim EK, Kim H, Kwon O, Chang N. Associations between fruits, vegetables, vitamin A,  $\beta$ -carotene and flavonol dietary intake, and age-related macular degeneration in elderly women in Korea: the Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Eur J Clin Nutr*. 2018;72(1):161-167.
- Kuchynka P. *Oční lékařství: 2., přepracované a doplněné vydání*. Praha: Grada Publishing; 2016.
- Kuzniarz M, Mitchell P, Cumming RG, Flood VM. Use of vitamin supplements and cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Am J Ophthalmol*. 2001;132(1):19-26.

- Kvapilíková K. Anatomie a embryologie oka. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví; 2000.
- Leibovitch I, Kurtz S, Shemesh G, et al. Hyperhomocystinemia in pseudoexfoliation glaucoma. *J Glaucoma*. 2003;12(1):36-39.
- Leske MC, Chylack LT Jr, He Q, et al. Antioxidant vitamins and nuclear opacities: the longitudinal study of cataract. *Ophthalmology*. 1998;105(5):831-836.
- Li LH, Lee JC, Leung HH, Lam WC, Fu Z, Lo ACY. Lutein Supplementation for Eye Diseases. *Nutrients*. 2020;12(6):1721.
- Lim JC, Caballero Arredondo M, Braakhuis AJ, Donaldson PJ. Vitamin C and the Lens: New Insights into Delaying the Onset of Cataract. *Nutrients*. 2020;12(10):3142.
- Lyle BJ, Mares-Perlman JA, Klein BE, Klein R, Greger JL. Antioxidant intake and risk of incident age-related nuclear cataracts in the Beaver Dam Eye Study. *Am J Epidemiol*. 1999;149(9):801-809.
- Mares-Perlman JA, Lyle BJ, Klein R, et al. Vitamin supplement use and incident cataracts in a population-based study. *Arch Ophthalmol*. 2000;118(11):1556-1563.
- Masmali AM, Alanazi SA, Alotaibi AG, Fagehi R, Abusharaha A, El-Hiti GA. The acute effect of a single dose of green tea on the quality and quantity of tears in normal eye subjects. *Clin Ophthalmol*. 2019;13:605-610.
- Mindell E. Vitaminová bible pro 21. století: vše o vitamínech, které budete v tomto století potřebovat. Praha: Knižní klub; 2000.
- Molina-Leyva I, Molina-Leyva A, Bueno-Cavanillas A. Efficacy of nutritional supplementation with omega-3 and omega-6 fatty acids in dry eye syndrome: a systematic review of randomized clinical trials. *Acta Ophthalmol*. 2017;95(8):e677-e685
- Nejabat M, Reza SA, Zadmehr M, Yasemi M, Sobhani Z. Efficacy of Green Tea Extract for Treatment of Dry Eye and Meibomian Gland Dysfunction; A Double-blind Randomized Controlled Clinical Trial Study. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(2):NC05-NC08.
- Newsome DA, Swartz M, Leone NC, Elston RC, Miller E. Oral Zinc in Macular Degeneration. *Arch Ophthalmol*. 1988;106(2):192-198.

Pasantes-Morales H, Quiroz H, Quesada O. Treatment with taurine, diltiazem, and vitamin E retards the progressive visual field reduction in retinitis pigmentosa: a 3-year follow-up study. *Metab Brain Dis.* 2002;17(3):183-197.

Rashid S, Jin Y, Ecoiffier T, Barabino S, Schaumberg DA, Dana MR. Topical Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids for Treatment of Dry Eye. *Arch Ophthalmol.* 2008;126(2):219–225.

Rautiainen S, Lindblad BE, Morgenstern R, Wolk A. Vitamin C supplements and the risk of age-related cataract: a population-based prospective cohort study in women. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(2):487-493.

Rolle T, Dallorto L, Rossatto S, Curto D, Nuzzi R. Assessing the Performance of Daily Intake of a Homotaurine, Carnosine, Forskolin, Vitamin B2, Vitamin B6, and Magnesium Based Food Supplement for the Maintenance of Visual Function in Patients with Primary Open Angle Glaucoma. *J Ophthalmol.* 2020;2020:7879436.

Rong Liu, Tian Wang, Bao Zhang, Li Qin, Changrui Wu, Qingshan Li, Le Ma. Lutein and Zeaxanthin Supplementation and Association With Visual Function in Age-Related Macular Degeneration. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2015;56(1):252-258.

Sella R, Afshari NA. Nutritional effect on age-related cataract formation and progression. *Curr Opin Ophthalmol.* 2019;30(1):63-69.

Shearer TR, David LL, Anderson RS. Selenite cataract: a review. *Curr Eye Res.* 1987;6(2):289-300.

Sperduto RD, Hu TS, Milton RC, et al. The Linxian cataract studies. Two nutrition intervention trials. *Arch Ophthalmol.* 1993;111(9):1246-1253.

Tanumihardjo SA. Vitamin A: biomarkers of nutrition for development. *Am J Clin Nutr.* 2011;94(2):658S-65S.

Tavani A, Negri E, La Vecchia C. Food and nutrient intake and risk of cataract. *Ann Epidemiol.* 1996;6(1):41-46.

The Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) Research Group\*. Lutein + Zeaxanthin and Omega-3 Fatty Acids for Age-Related Macular Degeneration: The Age-Related Eye Disease Study 2 (AREDS2) Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2013;309(19):2005–2015.

Varma SD. Effect of coffee (caffeine) against human cataract blindness. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:213-220.

Willett WC, Sampson L, Browne ML, et al. The use of a self-administered questionnaire to assess diet four years in the past. *Am J Epidemiol*. 1988;127(1):188-199.

Zheng Selin J, Rautiainen S, Lindblad BE, Morgenstern R, Wolk A. High-dose supplements of vitamins C and E, low-dose multivitamins, and the risk of age-related cataract: a population-based prospective cohort study of men. *Am J Epidemiol*. 2013;177(6):548-555.