

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Bakalářská práce

Vliv barvy duhovky na atraktivitu a důvěryhodnost

Ondřej Pavlovič

Plzeň 2012

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta filozofická

Katedra antropologie

Studijní program Antropologie

Studijní obor Sociální a kulturní antropologie

Bakalářská práce

Vliv barvy duhovky na atraktivitu a důvěryhodnost

Ondřej Pavlovič

Vedoucí práce:

RNDr. Vladimír Blažek, CSc.

Katedra antropologie

Fakulta filozofická Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2012

.....

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Vladimíru Blažkovi, CSc., za trpělivost, ochotu a podnětné rady a připomínky při vypracování této práce. Rovněž děkuji za spolupráci všem, kteří jakkoliv participovali na výzkumu k této práci.

1. ÚVOD	1
2. OKO: STRUČNÁ SONDA DO ANATOMIE	2
2.1. Morfologie Oční koule (Bulbus Oculi)	2
2.2. Morfologie Iris	4
2.3. Povrchová textura Iris	5
3. VARIABILITA DUHOVKY A JEJÍ ANATOMICKÉ PŘÍČINY	6
3.1. Melanin	6
3.2. Pigmentace	7
3.2.1. Změny v pigmentaci	8
3.3. Poruchy a nepravidelnosti iris	9
3.3.1. Albinismus	10
3.3.2. Další poruchy iris a zornice	11
4. DĚDIČNOST	12
5. ADAPTAČNÍ HYPOTÉZY VZNIKU VARIABILITY PIGMENTACE ...	14
5.1. Syntéza vitamínu D.....	15
5.2. Ochrana proti úžehu a rakovině kůže.....	16
5.3. Ochrana proti fotolýze folátů.....	17
5.4. Další hypotézy adaptace.....	18
6. POHLAVNÍ VÝBĚR	19
6.1. Model pohlavního výběru u arktických lovců-sběračů.....	20
6.2. Model pohlavního výběru u subsaharských zemědělců	21
7. ATRAKTIVITA	23
8. VLASTNÍ VÝZKUM.....	27
8.1. Cíle výzkumu, hypotézy	27
8.2. Metody	27
Následující kapitola se věnuje popisu vytváření výzkumného materiálu a metodice samotného výzkumu.	27
8.2.1 Materiál - fotografie.....	27
8.2.2. Materiál - výběr, morfining a grafická úprava	28

8.2.3. Dotazník a jeho hodnocení	30
8.2.4. Zpracování výsledků	31
8.3. Výsledky	32
8.4. Diskuse	32
9. ZÁVĚR.....	36
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
11. RESUMÉ.....	41
12. PŘÍLOHY	42
12.1. Obrázky	42
12.2. Tabulky	48
12.3. Grafy	53

1. ÚVOD

Oči jsou pro člověka důležitým smyslovým a komunikačním orgánem a hrají v mezilidských vztazích jednu z klíčových rolí. Informace přijímají a zároveň jsou i jejich zdrojem. Říká se, že člověk získává očima až dvě třetiny všech informací z okolí, na druhou stranu mohou oči svědčit o vnitřním vyladění jedince, například velikostí zorničky nebo směrem pohledu. Existuje dokonce odvětví diagnostické medicíny, iridologie, rozpoznávající zdravotní komplikace pacienta podle změn struktury a výskytu barevných skvrn na duhovce. Každé lidské oko na světě je, stejně jako třeba otisk prstu, jedinečné, proto jsou na obrazu oka založené i velice přesné identifikační a zabezpečovací systémy. Oči sou také jedním z faktorů atraktivity, příkladem budiž zkrášlování oční krajiny, zejména u žen.

U evropské populace došlo v minulosti k rozrůznění barvy duhovky z původní hnědé k celé škále barev, světle modrou počínaje a tmavohnědou konče. Z anatomického hlediska jsou rozdíly v barvě duhovky poměrně dobře popsány, ale důvody vzniku této variability však zatím nejsou přesně známy. Proč se tedy u Evropanů vyskytuje tolik odstínů barev duhovky, když u většiny populací téměř po celém světě je jedinou barvou očí hnědá? A má barva očí vůbec nějaký vliv na každodenní interakce lidí nebo na výběr partnera?

Tato práce si klade za cíl odpovědět (nejen) na tyto otázky a nastínit několik základních hypotéz výskytu různé pigmentace oční duhovky, vysvětlujících tento jev jak adaptací na přírodní podmínky, tak pohlavním výběrem. Zároveň je v rámci této práce prezentována studie, testující hypotézu o existenci vztahu mezi barvou duhovky a atraktivitou či přisuzovanými vlastnostmi jako je dominance či důvěryhodnost.

2. OKO: STRUČNÁ SONDA DO ANATOMIE

Lidské oko je orgán zrakového ústrojí a patří k orgánům s nejsložitější stavbou (Rozsival a kol. 2006). Je citlivý na elektromagnetické vlnění o délce 400 – 700 nm, což je nazýváno „spektrém viditelného světla“. Hlavní částí zrakového ústrojí je oční koule, přináleží k němu i přídatné orgány oka.

Vzniká v prenatálním vývoji jako váčkovitá vychlípenina oblastí předního mozku (prosencephalonu), které se později stanou mezimozkem. Sérií na sebe navazujících proliferací a diferenciací jednotlivých typů buněk, kdy vznik jedné struktury podmiňuje utváření jiné, se vytvoří nejprve oční plakoda, pak oční váček. Vchlípení očního váčku dá posléze vzniknout očnímu pohárku. Souběžně s vývojem očního pohárku se vyvíjí i čočka a poté i další, složitější struktury oka. Na formování oka se podílí neuroektoderm, tělový ektoderm a mezoderm (Rozsival 2006).¹

Schéma lidského oka je znázorněno na obrázku č. 1. (viz přílohy)

2.1. Morfologie Oční koule (Bulbus Oculi)

Stěna oční koule je tvořena třemi vrstvami.

Vnější, povrchová vrstva se diferencuje v bělimu (*sclera*) a rohovku (*cornea*). Bělím je tuhá bílá blána tvořená kolagenními vlákny. Zabírá asi pět šestin povrchu oční koule, poskytuje mechanickou ochranu, udržuje tvar bulbu a upínají se na ni okohybné svaly. Vzadu bělimu prostupuje oční nerv. V přední části, v oblasti limbu, přechází v rohovku, jež zabírá zbývající šestinu povrchu. Rohovka je průhledná a vyklenuje se dopředu.

Střední vrstvu stěny oční koule utváří živnatka (*uvea*), vrstva kolagenních vláken obsahující melanocyty a prostoupená četnými cévami. Spolu s pigmentovým epitelem sítnice vytvářejí uvnitř oční bulvy černou komoru, která brání odražení světla. Zhruba dvě třetiny zadní části živnatky, od oblasti

¹ Pro rozsáhlejší informace o prenatálním vývoji oka viz Rozsival 2006

*ora serrata*² k výstupu očního nervu, se označuje jako cévnatka (*choroidea*), protkaná kapilárami zajišťujícími výživu sítnice. Vpředu je živnatka přeměněna v duhovku (*iris* – viz dále) a řasnaté tělísko (*corpus cilliare*). Díky hladkému svaly, *m. ciliaris*, má řasnaté tělísko trojúhelníkový tvar, v přední části s mnoha výběžky, které produkují komorový mok. Upíná se na něj závěsný aparát čočky.

Ve vnitřní vrstvě oční koule se rozprostírá sítnice (*retina*). Vystýlá vnitřní povrch cévnatky, tvoří ji deset vrstev buněk, mezi jinými vrstva pigmentu, fotosenzitivních tyčinek a čípků, gangliových buněk a nervových vláken. Oblast sítnice, ležící v zorné ose oka, se kvůli svému zbarvení nazývá žlutá skvrna. Zde se nachází největší počet čípků a je místem nejostřejšího vidění. Naopak místo, kde se sbíhají nervová vlákna z celé sítnice a utvářejí zrakový nerv, takzvaná slepá skvrna, je bez fotoreceptorů a tedy obraz, který sem dopadá, nevnímáme (Rozsival 2006).

Na rohovku, avaskulární průhlednou vrstvou tuhého a odolného vaziva, navazuje přední a zadní³ komora oční vyplněná komorovým mokem. Čočka (*lens*) je dvouvypouklé avaskulární těleso tvořené čočkovými vlákny, ve kterém se láme světlo přicházející z vnějšku. Prostor uvnitř oční koule, mezi čočkou a sítnicí, vyplňuje mezibuněčná tekutina huspeninové konzistence, sklivec. Tyto hlavní komponenty dohromady tvoří optickou soustavu oka, skrz ně musí projít světlo dopadající na sítnici (Rozsival 2006).

Mezi tzv. přídatné orgány oka se řadí obočí, okohybné svaly, slzná žláza a oční víčka. Všechny tyto části slouží k mechanické ochraně oka. Obočí a pohyb víček má zároveň komunikační funkci.

² Ora serrata je oblast, kde končí světločivná část sítnice a začíná řasnaté tělísko

³ tzv. Schlemmův kanál

svalů může měnit množství světla dopadajícího skrz čočku na sítnici až pětinasobně (Ganong 2005).

Přední, anteriorní epitel je vrstva plochých, lehce pigmentovaných čtvercových buněk, která poskytuje oporu *m. dilatator* a místy prostupuje jeho vlákna. Zadní, posteriorní epitel tvoří objemné válcovité buňky obsahující velké množství melanosomů a díky tomu je tato vrstva nejsilněji pigmentovanou částí ve struktuře duhovky, nehraje však téměř žádnou roli na barvu iris. Její jedinou funkcí je absorpce světla (Oyster 1999).

2.3. Povrchová textura iris

Podíváme-li se na duhovku zepředu, vidíme anteriorní okrajovou vrstvu, nepravidelnou síť kolagenových vláken, jejíž oka se nazývají Fuchsovy krypty. Naopak shlukům kolagenových vláken, často rozmístěným pravidelně v ciliární zóně iris, se říká Wolfflinovy uzliny (Sturm a Larsson 2009). Tmavší tenký prsteneček na pomezí duhovky a čočky se nazývá pupilární okružím. Je důsledkem toho, jak se vysoce pigmentovaná vrstva posteriorního epitelu částečně ohrnuje a obtáčí kolem celé struktury iris v pupilárním průzoru (viz obrázek č. 2 a 3) a tím vytváří rozhraní mezi čočkou a ostatními strukturami iris. Toto tmavě pigmentované pupilární okružím je díky kontrastu více viditelné u světleji zbarvených duhovek, ale je přítomné v naprosté většině duhovek (výjimku mohou tvořit různá vrozená degenerativní onemocnění – viz níže). Jeho jedinou funkcí se zdá být vytvoření ostrého a hustě pigmentovaného ohraničení čočky a tak zlepšovat ostrost vidění odstíněním přebytečného světla, které by čočka již nedokázala řádně zpracovat (Oyster 1999).

Takzvaná *collaretta*⁴ je nepravidelně kruhovitá linka zhruba v jedné třetině iris, rozdělující duhovku na pupilární a ciliární zónu.

Při dilataci zornice se na povrchu iris objeví nápadné kruhové linky. Jsou to záhyby vzniklé kontrakcí iris, hluboké vrásky ve vrstvě stromatu, protože

⁴ Pro tuhle strukturu v českém jazyce neexistuje pojem, stejně jako v latině. Ve všech dostupných zdrojích se uvádí pouze tento anglický výraz – „collarette“ - a v dalším textu je tento termín používán a počeštěn femininní koncovkou na „collaretta“.

stroma, ač velice volně strukturováno, má přeci jen minimální neredukovatelnou hmotu buněk, která nemůže být stlačena úplně. V pupilární zóně, tedy části iris mezi pupilárním okružím a collarettou, se kontrakcí vytvářejí radiální vrásky, tzv. Schwalbeho záhyby.

Vnější okružím, které je při pohledu zepředu rozhraním mezi duhovkou a bělmem, se nazývá kořen iris. Tmavší skvrnky přiléhající na toto okružím se jmenují periferní krypty.

Všechny tyto komponenty dohromady tvoří texturu lidské duhovky. Každá duhovka na světě je jedinečná, stejně jako otisky prstů, a této vlastnosti je využíváno zejména při identifikaci jedinců. Nejnovější počítačové technologie umožňují rychlé a přesné zmapování jednotlivých zón iris a tyto moderní identifikační prostředky jsou používány v ochraně budov, při bankovních transakcích a v dalších oblastech, kde hraje identifikace klíčovou roli (Oyster 1999).

3. VARIABILITA DUHOVKY A JEJÍ ANATOMICKÉ PŘÍČINY

Pigmentace patří mezi nejvariabilnější znaky lidského fenotypu. Barvu očí, kůže a vlasů určuje převážně distribuce a typ pigmentu melaninu.

3.1. Melanin

Pod generalizovaným pojmem melanin se myslí skupina biopolymerů syntetizovaných ve specializovaných buňkách, melanocytech, nacházejících se ve vlasovém kořínku, v bazální vrstvě epidermis a v duhovce (Parra 2007). Sérií chemických reakcí vzniká z aminokyseliny tyrozinázy buď světlejší, červeno-žlutý *pheomelanin* (to v případě přítomnosti i aminokyseliny cysteinu v průběhu reakce) nebo dva typy tmavého, černo-hnědého *eumelaninu* - tmavší DHI-eumelanin a světlejší DHICA-eumelanin (Sturm a Frudakis 2004). Tyrozináza (TYR) je klíčový enzym nejen v procesu melanogeneze, ale uplatní se jako stavební kámen při syntéze jiných látek, například i adrenalinu nebo

dopaminu. V případě poruchy tvorby tohoto enzymu může dojít až k albinismu (viz dále).

Narozdíl od kůže a vlasů, kde je melanin nepřetržitě vyráběn a vylučován, v duhovce je tomu jinak. Organely melanosomy, jakási „skladiště“ melaninu, jsou rozptýleny v cytoplasmě melanocytů uvnitř iridálního stromatu a jejich počet je po celý život stejný, melanocyty v iris zastavují syntézu melaninu zhruba ve třech letech věku a dále již melanin neprodukují.

Hlavním determinantem barvy očí je počet a distribuce melanosomů v iridálním stromatu a anteriorní okrajové vrstvě (Sturm a Frudakis 2004). Dlouho se totiž mělo za to, že barva oční duhovky je determinována množstvím a hustotou melanocytů, ale recentní výzkumy neprokázaly rozdíl v počtu melanocytů mezi různými barvami duhovek bělochů⁵ (Albert et al. 2003).

Existují však etnické rozdíly v množství melanocytů v iris. Tým vědců vedený Danielem Albertem zjistil, že duhovka asiátů má signifikantně méně melanocytů i ostatních buněk než duhovka afroameričanů a bělochů. Uvádí to jako možný faktor při etnické variaci určitých očních poruch a nemocí. (Albert et al. 2003)

3.2. Pigmentace

Lidská duhovka může nabývat velice široké škály odstínů, od světle modré, přes šedou, žlutou, zelenou, oříškovou až po velmi tmavě hnědou. Přesto se pro výzkumné účely toto široké spektrum kategorizuje, nejčastěji do skupin „modrá“, „zeleno-oříšková⁶“ a „hnědá“. Duhovky všech barev obsahují stejný počet buněk melanocytů, liší se však v kvalitě, uskupení a počtu melanosomů, organel obsahujících různé druhy melaninu.

⁵ V angličtině se objevuje označení Caucasian nebo European. Český výraz „běloch“, jako protiklad k „asiat“ či „afroameričan“, se zdál adekvátní. Pod pojmem „běloch“ je v tomto textu myšlen člen populace s původem v Evropě, nyní obývající i většinu Severní Ameriky (tedy ne populace z Afriky, Asie, nativní Američané či Australci apod.) V literatuře se někdy objevuje i pojem „člověk kavkazského typu“. V žádném případě tím není zamýšlena jakákoliv reference ke konceptu rasy.

⁶ v orig. „green/hazel“

Modrá barva je výsledkem velmi malého výskytu obou typů melaninu, v melanocytech modře zbarvených iris je tedy velmi málo melanosomů. Díky světelným vlastnostem oka a lomu světla je nepigmentovaná iris vnímána jako velmi světle modrá. Oproti tomu zelená duhovka obsahuje střední počet melanosomů, tyto však obsahují hlavně pheomelanin. V případě zelené barvy očí se tedy jedná o kombinaci nepigmentovaného nebo velmi málo pigmentovaného (a tedy navenek vnímaného jako modrého) pozadí se žlutým pheomelaninem. Hnědá iris se vyznačuje velkým počtem melanosomů, a obsahuje oba dva typy melaninu. Zjednodušeně řečeno, čím tmavší duhovka, tím více melanosomů v melanocytech a přesný odstín barvy pak záleží na poměru pheomelaninu a eumelaninu. (Prota a kol. 1998)

V případě, že pupilární část je tmavěji pigmentovaná než ciliární, označujeme ji jako peripupilární prstenec, který celkem zásadně ovlivňuje vnímanou barvu duhovky. Například když mluvíme o zelenoříškových očích, velmi často se jedná o světlehnědý peripupilární prstenec na zeleném pozadí (Strum a Larsson 2009).

3.2.1. Změny v pigmentaci

V průběhu prenatalního vývoje nejprve anteriorní a následně i posteriorní epitelová vrstva postupně získávají na hustotě pigmentace, převážně eumelaninu (Prota 1998), a koncem šestého měsíce vývoje plodu jsou tyto dvě vrstvy na konečné úrovni, která se po zbytek života nemění. Jak již bylo uvedeno výše, tyto dvě vrstvy jsou stejně pigmentované u všech očí na světě a na výslednou barvu nemají žádný vliv. Z toho vyplývá, že hlavní roli v barvě duhovky má především hustota a typ melaninu ve stromatu a anteriorní okrajové vrstvě. Finální barvy iris je pak dosaženo postnatální akumulací melanosomů v těchto dvou svrchních vrstvách někdy kolem třetího roku života.

Je nutno poznamenat, že navzdory všeobecnému přesvědčení se s přirozeně modrými očima rodí až na výjimky (viz dále) pouze bělošské děti,

a to ještě zdaleka ne všechny. Zprvu světlé, modré duhovky si buď zachovají barvu a ztmavnou jen nepatrně, anebo díky vyšší akumulaci melaninu ztmavnou více a mohou změnit barvu, například na zelenou či hnědou. Nebělošské děti mají už od narození více melaninu, a to i v kůži a ve vlasech, a až na výjimky mívají při narození hnědé oči, i když také relativně světlé. Jejich duhovky pak tmavnou s věkem, což naznačuje, že i u hnědě zbarvených očí dochází k postnatální akumulaci melaninu. Veškeré výraznější změny v barvě iris v dospělosti jsou však považovány za patologické. (Oyster 1999)

3.3. Poruchy a nepravidelnosti iris

Lidské duhovky nejsou stoprocentně souměrné, směrem ke kořeni nosu jsou mírně zploštělé. Rozdíl mezi nasálním a temporálním poloměrem činí zpravidla 0,5 mm. Zornicím s větší odchylkou se říká ektopické. (Oyster 1999)

Velikost zorniček se pohybuje mezi 2 a 5 mm, v závislosti na intenzitě světla, vegetativním stavu, věku, vzdálenosti zaostření a barvě duhovky. Mióza, stažení zornic neodpovídající světelnému prostředí, je častým indikátorem drogové intoxikace opiáty. Mydriázu, rozšíření zornice, může mít na svědomí jednak duševní rozrušení (radost, stres) nebo bolest, v tom případě je způsobena zvýšeným tonem sympatiku (vyplavováním většího množství adrenalinu), nebo aplikací klinických mydriatik (například atropin a jeho klinické deriváty při diagnostice glaukomu, tzv. „zeleného zákalu“) či drog (většina stimulantů nebo halucinogenů). (Rozsival 2006) Zornice hrají velkou roli v hodnocení atraktivity, obličeje s rozšířenými zornicemi jsou hodnoceny jako atraktivnější, o tom viz dále (Blažek a Trnka 2009).

Obě zorničky však nutně nemusí být stejně široké, tento stav se nazývá anizokorie. Rozdíl v průměru zornic do 0,3 mm je považován za normální a vyskytuje se zhruba u 20% populace, větší rozdíl je diagnostikován jako patologický a svědčí o poruše cesty nervových vláken inervujících *m. dilatator pupillae* nebo *m. sphincter pupillae*. (Rozsival 2006)

3.3.1. Albinismus

Albinismus je vrozená, geneticky recesivní porucha tvorby tyrozinázy, klíčového enzymu v průběhu procesu tvorby melaninu. Pro albíny je charakteristická velice světlá pleť, vlasy a oči, což je způsobeno částečnou nebo úplnou absencí pigmentu. Vyskytují se dvě základní kategorie – celkový albinismus, kdy je absencí pigmentu zasaženo celé tělo, a okulární albinismus, v jehož případě je redukce pigmentu omezena pouze na oči.

Albíni jsou mnohem náchylnější k popálení slunečními paprsky a rakovině kůže. Bývají také světlopláší a zpravidla se u nich vyskytuje i menší ostrost vidění, pravděpodobně kvůli neschopnosti iris účinně odstínit a absorbovat přebytečné světlo, kvůli čemuž uvnitř oka vzniká rozptýlený, málo kontrastní a přesvícený obraz. (Oyster 1999). Tato neschopnost je, jak z výše uvedeného textu vyplývá, způsobena nedostatečnou pigmentací duhovky, a to jak přední okrajové vrstvy a stromatu, tak především dvou spodních epitelových vrstev. Oči albínů jsou proto celkově narůžovělé až načervenalé kvůli prosvítajícím kapilárám. Jejich duhovky pak mají velmi světlou barvu, od bleděmodré přes šedou až k velmi světle hnědé, v závislosti na stupni poruchy pigmentace.

S albinismem se pojí i spousta dalších očních chorob, mezi jinými například nystagmus, což je porucha nervových spojení, která se projevuje rychlými pohyby očí, lidově tiky, které zhoršují vidění nebo refrakční vada zvaná astigmatismus, nepravidelné zakřivení rohovky způsobující vyosení obrazu dopadajícího na sítnici a tedy neostrost vidění. (Rozsival 2006)

Tato práce se kvůli rozsahu a tematickému zaměření nebude hlouběji a zevrubněji zabírat albinismem, jeho příčinami, zdravotními důsledky i sociokulturními aspekty, pozornost je věnována pouze některým dílčím otázkám albinismu okulárního typu.

3.3.2. Další poruchy iris a zornice

Pokud dojde v průběhu vývoje optického pohárku k poruše proliferace, může se stát, že se duhovka vůbec neutvoří. V takovém případě mluvíme o tzv. aniridii (úplné absenci iris). Častější jsou však případy nedokončení vývoje iris jen v některých částech, pak se jedná o tzv. kolobom. Za normálních okolností otvory v anteriorní okrajové vrstvě (Fuchsovy krypty) neprocházejí skrz celou strukturu duhovky. Vyskytují se však i takové anomálie, které vedou až k utvoření mezery ve struktuře iris, která vypadá jako malá dodatečná zornička. Jak tyto anomálie vznikají, není známo. Při hypoplazii je duhovka dotvořena, ale v některé části je mnohem méně buněk, nejčastěji stromatálních, než ve zbytku iris. Všechny tyto poruchy vedou nevyhnutelně ke zhoršení kvality zraku, kvůli světlu vstupujícímu do oka jinudy než normální zornicí. (Oyster 1999)

4. DĚDIČNOST

Od začátků studování lidské genetiky je téměř paradigmatem, že barva očí je znak monogenně dědičný (je za něj zodpovědný pouze jeden jediný gen) a tedy podléhá jednoduchým Mendelistickým zákonitostem. Hnědá barva se údajně chová jako dominantní znak nad recesivní modrou. Recentní genetické výzkumy však naznačují, že to zdaleka není tak prosté a je tedy zapotřebí mnohem komplexnější perspektivy na dědičnost charakteristik oční duhovky, kromě samotné barvy také na texturní prvky (různé krypty a vrásky, viz kap. 2.), přispívající k celkovému vizuálnímu dojmu lidské iris.

Barva oční duhovky je kontinuální polygenní znak. Kontinuální proto, že škála barev očí je od nejsvětějšího extrému po ten nejtmaší nepřerušovaná. (Jurmain a kol. 2010) Polygenní znamená, že na jejím utváření má podíl více genů. Jedná se hlavně o ty, které hrají roli v procesu syntézy či transportu melaninu. Za barvu oční duhovky je zodpovědných především několik následujících genů.

Až 74% variace v barvě iris má na svědomí gen OCA2 (někdy označovaný také jako P-gen) na patnáctém chromozomu (Sturm a Frudakis 2004; Parra 2007), případně ještě přilehlá část sousedního genu HERC2 (Eiberg a kol. 2007; Sturm a Larsson 2009). Často se tedy mluví o OCA2-HERC2 genovém polymorfismu. Mutace tohoto komplexu genů vedou k některým formám albinismu.⁷ V současnosti je označován jako hlavní determinant barvy duhovky. Tyto závěry potvrzuje i rozsáhlá studie v islandské a dánské populaci (Sulem a kol. 2007)

MC1R je v současnosti jeden z nejstudovanějších genů v oboru variace lidské pigmentace a spolu s antagonisticky působícím genem ASIP hraje klíčovou roli v její regulaci (Parra 2007). Za pomoci nejrůznějších signálních proteinů rozhoduje, nakolik se v melanocytech bude syntetizovat světlý pheomelanin, ASIP zase podporuje produkci tmavého eumelaninu. Triviálně

⁷ Konkrétně okulokutánní (generalizovaný – postihující celé tělo) albinismus typ 2 (OCA2)

řečeno, dvojice genů MC1R a ASIP působí jako determinanty rozhodující o výrobě buď pheo- nebo eumelaninu. Není tedy překvapující, že recentní genetické studie zjistily jen minimální diverzitu MC1R u populací s tmavou kůží (obyvatelé sub-saharské Afriky, Papuánci), kdežto u evropské populace je tento gen vysoce polymorfický. (Parra 2007; Sturm 2008)

„Zlatý“ gen, SLC24A5, byl objeven při pokusech s pigmentací u akvarijských rybiček.⁸ Je zodpovědný za melanogenezi a morfogenezi melanosomů a zdá se, že byl cílem selekce v procesech, které mají za následek celkovou světlejší pigmentaci u Evropanů.

MATP, někdy označovaný také SLC45A2 nebo AIM1, hraje velkou roli v pigmentaci u myší a některé jeho mutace vedly k hypopigmentaci očí a srsti. U lidí mutace tohoto genu způsobuje určitý typ albinismu.⁹ Má velmi podobný typ distribuce diverzity jako SLC24A5, jedna z jeho variant je striktně vázána na evropské populace, což naznačuje silnou selekci v rámci populací Evropy a nejbližšího okolí. Je spojován s tmavou barvou očí a vlasů. (Parra 2007)

TYR je gen zodpovědný za tvorbu tyrozinázy, tedy klíčového enzymu v melanogenezi a jeho mutace způsobuje nejčastější formu albinismu¹⁰.

Dalších genů ovlivňujících barvu duhovky, potažmo celou pigmentaci, je v literatuře popsáno velké množství (mezi jinými SLC24A4, TYRP1, DCT, SILV). Co se týče struktur duhovky, je situace ještě komplikovanější. Podle Sturma a Larssona (2009) může mít na rozdíly v iridiálních tkáních potenciální vliv až 2700 genů. Což je poměrně vysoké číslo, vezmeme-li v úvahu rozměry iris. *„To vypovídá o bohaté diverzitě buněk přítomných v duhovce, stejně jako o morfologické komplexitě této tkáně“*¹¹ (Sturm a Larsson 2009:553). Tato práce se z důvodů rozsahu nebude dále věnovat dalším jednotlivým genům.

⁸ Dánio pruhované, také zebříčka, v angl. „zebrafish“

⁹ Okulokutánní albinismus typ 4 (OCA4)

¹⁰ Okulokutánní albinismus typ 1 (OCA1)

¹¹ Překlad autora. Originální citace: „This speaks to the rich diversity of cells that are present in the iris as well as the morphological complexity of this tissue“

5. ADAPTAČNÍ HYPOTÉZY VZNIKU VARIABILITY PIGMENTACE

Na úvod do této kapitoly je třeba zdůraznit, že podle vysvětlení založených na adaptaci na přírodní prostředí jde pigmentace duhovky takřkajíc ruku v ruce s celkovou pigmentací zbytku těla. Proto se často hypotézy o evolučním vzniku variability v pigmentaci mezi lidskými populacemi přírodním výběrem zaměřují spíše na pigmentaci kůže a pigmentace očí je v podstatě chápána jen jako vedlejší efekt. Za největší selekční tlak v přírodním výběru je považována ochrana před slunečním UV zářením.¹² Předtím, než v této práci budou nastíněny základní hypotézy rozrůznění pigmentace, je potřeba vzít v úvahu a popsat původní stav u našich evolučních předchůdců.

Je pravděpodobné, že stav pigmentace prvních homininů byl velmi podobný našemu nejbližšímu příbuznému, šimpanzi. Kůže těchto primátů¹³ je většinou velmi světlá nebo jen lehce pigmentovaná – kvůli nedostatku nebo úplné absenci aktivních melanocytů - a pokrývá ji tmavá srst. Barva odhalené pokožky (například na obličeji či v anogenitálních oblastech) se liší podle jednotlivých druhů a poddruhů, ale pro všechny zkoumané skupiny platí, že pigmentace neochlupené kůže v oblasti obličeje tmavne v závislosti na věku a vystavení slunečnímu UV záření (Jablonski a Chaplin 2000).

Kvůli zvýšené úrovni aktivity lidského těla, pravděpodobně spojené s rozvojem bipedie a změnou poměru proporcí končetin, bylo potřeba mnohem efektivnější termoregulace. Mozek je extrémně náchylný na teplo, a aby mohlo dojít k jeho expanzi a zvýšení aktivity, bylo rovněž evolučně nutné mu zajistit dostatečně vhodné a stabilní tepelné podmínky. Toho bylo dosaženo zlepšováním potních mechanismů a tedy i vývinem stále většího počtu potních žláz v kůži, zpočátku hlavně na obličeji, zároveň docházelo i postupnému úbytku srsti. Bezsrstá kůže tedy poskytuje termoregulační výhodu (Wheeler 1996). Jak ubývalo ochlupení a přibývalo potních žláz, vzrůstala také potřeba

¹² Jedná se hlavně o záření UVB (280nm-320nm) a UVA (320nm-400nm). Sluneční záření s kratší vlnovou délkou (Rentgenové záření a UVC, <280nm) neprojde atmosférou.

¹³ Šimpanze učenlivého a Šimpanze Bonobo

ochrany těla před efekty UV záření, tuto ochranu poskytla melanizace pokožky (Jablonski a Chaplin 2000).

Melanin působí nejen jako optický filtr, který tříští a pohlcuje světelné záření, ale zároveň jako volný radikál, který absorbuje a neutralizuje lidskému tělu toxické a karcinogenní sloučeniny vzniklé fotochemickými reakcemi. (Jablonski a Chaplin 2000)

Pigmentace se často dává do spojitosti s geografickou polohou populace – čím dále od rovníku, tím světlejší kůže a naopak (viz obrázek č. 4). Nyní zde bude stručně nastíněno několik nejzákladnějších hypotéz proč tomu tak je. Tyto hypotézy se vzájemně nepopírají a nutno dodat, že i většina autorů uznává vzájemnou kompatibilitu alespoň některých těchto hypotéz.

5.1. Syntéza vitamínu D

Vitamín D (také kalciferol, antirachitický vitamín) je důležitý pro normální vývoj a růst kostí a vstřebávání vápníku a fosforu. Jeho nedostatek může způsobit pánevní deformace zabraňující normálnímu porodu, u dětí rachitidu či zpožděný růst, u dospělých ztrátu pohyblivosti, osteomalacii, patologické fraktury nebo v extrémních případech i smrt. Jeho nadbytek způsobuje bolesti hlavy, poruchy funkce ledvin a gastrointestinálního (zažívacího) traktu. Během těhotenství se potřeba vitamínu D ještě zvyšuje kvůli vývoji skeletálního systému plodu (Blatná a kol. 2005). U většiny lidí vzniká vitamín D3 přeměněním provitaminu 7-dehydrocholesterolu UV fotony. Zvýšením hladiny melaninu se prodlužuje čas potřebný k syntéze tohoto vitamínu, kvůli pohlcování UV záření melaninem. Malé množství vitamínu D je možné dostat do těla v potravě, hlavně v rybím tuku, vaječném bílku a živočišných vnitřnostech, nicméně úplně nahradit pobyt na slunci potravou nelze.

Podle Loomise (1964) byla nutná depigmentace kůže v oblastech vzdálenějších od rovníku kvůli syntéze vitamínu D. V oblastech mimo tropy a subtropy, které v průběhu roku vykazují relativně malé průměrné hodnoty dopadu UV záření, by tmavě pigmentovanou kůží nedokázalo projít během

dne dostatek UV fotonů k syntéze dostatku vitamínu D. Na druhou stranu v rovníkových oblastech byla výhodná zvýšená pigmentace jakožto fyziologický regulátor syntézy vitamínu D₃, který je v nadbytečném množství toxický (Loomis 1964 v Parra 2007). Tato hypotéza byla zpochybňována řadou autorů.

Proti Loomisově hypotéze například svědčí to, že k otravě nadbytkem vitamínu D došlo při předávkování klinickými vitaminovými doplňky, ale případ přirozeně způsobené hypervitaminózy dosud nebyl zaznamenán (Jablonski a Chaplin 2000). Robinsová (1991) argumentuje proti Loomisovi tím, že první obyvatelé oblastí vzdálenějších od rovníku museli plně čelit přírodním podmínkám - ač oblečení do zvířecích kůží, dostatečně velká část povrchu těla byla vystavena přímému slunečnímu záření. I přesto, že glaciální zimy byly dlouhé a šeré, na jaře a v létě bylo dostatek příležitostí vystavit holou kůži slunci, tím v těle nasynthesizevat vitamín D a uložit ho, díky jeho rozpustnosti v tucích, v zásobách tuku a svalech do zásoby na další zimu. Podle Robinsové je hypovitaminóza způsobena industrializací a přelidněním a podotýká, že většina z těch, které trápí problémy s vitamínem D, bydlí ve městech a nemají dostatek pohybu na slunci. Nicméně závěry rozsáhlé studie Niny Jablonski a George Chaplina (2000) a další recentní klinické testy tyto Robinsové protiargumenty nepotvrzují. (Jablonski a Chaplin 2000)

5.2. Ochrana proti úžehu a rakovině kůže

Jak již bylo řečeno výše, melanin působí jako přírodní ochrana proti UV. Hlavně záření s kratší vlnovou délkou (<300nm) – UVB - působí destruktivně i na samotnou DNA a proteiny. Prvním příznakem popálení sluncem je úžeh. V prvních fázích se projevuje zarudnutím pokožky, otokem a později bolestí a puchýři. Pokročilejší sluneční popáleniny však mohou způsobit poškození hlubších vrstev epidermis a potních žláz, což může vést k narušení termoregulace a zároveň zvýšit riziko infekce v zasažených tkáních (Kelnarová a kol. 2007). Tudíž v tropických oblastech je větší obsah pigmentu v pokožce

výhodnější, zatímco světlá kůže je náchylnější na úžeh, infekci a poškození potních žláz.

Světlá kůže je mnohem náchylnější na některé typy rakoviny kůže než tmavá (Rees 2004). Proto někteří autoři argumentují, že přírodní výběr v rovníkových oblastech favorizuje tmavou kůži jako výhodu v ochraně proti rakovině kůže (Robins 1991). Však proto, že některé typy rakoviny kůže bývají málokdy smrtelné a u většiny jedinců se rakovina nevyvine dříve, než přesáhnou reprodukční období, jiní autoři naznačují, že rakovina kůže nemá výrazný vliv v evoluci pigmentace (Jablonski a Chaplin 2000). V této souvislosti je nutno poznamenat, že u albínů, žijících v oblastech s velkou průměrnou hodnotou UV záření, se rakovina kůže vyvine už během puberty a v Nigérii a Tanzánii se vyššího věku než 30 let dožije méně než 10% albínů (Parra 2007).

5.3. Ochrana proti fotolýze folátů

Kyselina listová (folát) je esenciální vitamín rozpustný ve vodě, je potřebný při biosyntéze DNA, červených krvinek a zrání kostní dřeně. Nedostatek kyseliny listové způsobuje makrocytární megaloblastickou anémii (Blatná a kol. 2005), v těhotenství může pak jeho nedostatek vést k závažným až fatálním poruchám plodu, mezi jinými hlavně poruchy neurální trubice. U některých populací byla před zavedením doplňků stravy velmi častým důvodem perinatální a postnatální úmrtnosti. U mužů může mít nedostatek folátů negativní vliv i na spermatogenezi. (Parra 2007)

V lidském těle jsou foláty náchylné především na dva faktory – etanol a UV záření. V případě etanolu jsou velmi dobře popsány problémy s nedostatkem kyseliny listové u chronických alkoholiků (Blatná a kol. 2005). UV záření přímo rozkládá kyselinu listovou, tím dochází k její degradaci a znemožnění dalšího využití pro tělo. Vyšší míra pigmentace jako ochrana proti světelnému rozkladu folátů je tedy výhodnější, alespoň v oblastech s větší průměrnou hodnotou dopadajícího UV záření, například kolem rovníku.

5.4. Další hypotézy adaptace

Pigmentace jako adaptační mechanismus poskytuje velké množství možných, více či méně pravděpodobných hypotéz a jen samotnou pigmentací kůže se zabývalo a zabývá nespočet autorů.

Například Post et al. (1975a) zdůrazňuje korelaci mezi snížením pigmentace a snížením citlivosti na omrzliny, Wasserman (1974) zase mezi pigmentací a prevencí rozličných chorob, Roberts a Kahlon (1976) hledají význam pigmentace kůže v termoregulaci, Cowles (1959) zase v maskování a ukrývání se v přirozeném prostředí. (vše v Jablonski a Chaplin 2000).

Short (1975, v Aoki 2002) pak navrhuje světlé oči jako adaptaci pro lepší a ostřejší vidění v mlžných přímořských prostředích, typických pro severní Evropu. V protiargumentaci Aoki (2002) uvádí, že barva očí je variabilní na mnohem větším území Evropy, z něhož je většina spíše kontinentálního klimatu. Proč by přírodní výběr favorizoval místo prosté redukce pigmentu v oku tak širokou škálu barev duhovky také není jasné. (Aoki 2002) Menon a kol. (1987) rovněž nepotvrzuje existenci rozdílů fotobiologických vlastností mezi modrýma a hnědýma očima.

6. POHLAVNÍ VÝBĚR

Adaptační hypotézy jako vysvětlení tmavé kůže v oblastech s vysokým slunečním zářením jsou víceméně akceptovány. Oproti tomu vysvětlení světlé pigmentace u bělochů, potažmo Evropanů, konceptem přírodního výběru už tak ochotně přijímána nejsou. Například podle Frosta (2006) by se pouze přírodním výběrem nedokázala taková variabilita barev vlasů a očí u evropské populace vyvinout dostatečně rychle, zároveň zpochybňuje sílu selekčního tlaku na depigmentaci pokožky. Proto se variabilita v pigmentaci někdy vysvětluje i pomocí pohlavního výběru.

Templeton (2002, v Frost 2006) tvrdí, že už jenom samotný vývin diverzity zrzavých vlasů na současnou úroveň by trval přibližně 850 000 let. Moderní lidé ale přišli do Evropy zhruba před 35 000 lety. Za tak krátkou dobu by se zkrátka nestihly projevit selekční tlaky přírodního výběru. Výsledky recentních výzkumů mitochondriální DNA navíc nenaznačují křížení mezi neandrtálci a anatomicky moderními lidmi natolik významné a časté, že by mohlo ovlivnit variabilitu rysů anatomicky moderních lidí. Odlišnost Evropanů od takřka celosvětové normy hnědých očí a černých vlasů tedy není možné vysvětlovat tím, že by si lidé světlomasost a barevné oči „vypůjčili“ od neandrtálců. (Frost 2006)

Tak odkud se tedy vzala ta široká škála barev duhovky a vlasů, ta světlá kůže? Odpověď je možné hledat právě v pohlavním výběru.

Pohlavní výběr není vždy a všude stejný. Liší se jak ve směru výběru, tedy jestli jsou to muži nebo ženy, kdo soupeří o potenciálního partnera, tak i v intenzitě tohoto soupeření (Frost 2008). Aby k pohlavnímu výběru mohlo vůbec dojít, musí v populaci být nedostatek potenciálních partnerů. Tento nedostatek vzniká podle Darwina (1888, cit. v Frost 2008) ze dvou důvodů:

„Asymetrický poměr pohlaví v populaci – pokud jedno pohlaví přečísí druhé, jeho členové budou čelit silnější konkurenci o partnery.

Polygamie – pokud je jedno pohlaví polygamnější než to druhé, jeho členové budou čelit silnější konkurenci o partnery, protože méně zástupců druhého pohlaví zůstane nezadaných. Polygamie většinou znamená polygynii (jeden muž s více partnerkami). Je tomu tak proto, že muži jsou často nepotřební během těhotenství a péče o dítě.¹⁴ (Darwin 1888: 573-578, cit. v Frost 2008).

V přírodě probíhá pohlavní výběr většinou konkurencí samečků o samičky. U většiny lidských kultur bývá výběr partnera založen na podobném principu. Někteří autoři, například Frost (2006, 2008) nebo Aoki (2002), tvrdí, že u raných Evropanů probíhal reverzní pohlavní výběr, tedy souboj několika žen o jednoho muže. Svá tvrzení dokládají na příkladech srovnání dvou modelů pohlavního výběru - u arktických lovců a tropických zemědělců.

6.1. Model pohlavního výběru u arktických lovců-sběračů

Na rozdíl od dnešní doby, kdy se oblasti stepní tundry nalézají pouze v severní Americe a nejsevernějších oblastech eurázie, v období poslední doby ledové (zhruba 25 000 – 10 000 př. n. l.) tomu bylo jinak. V kontinentální Evropě tyto oblasti sahaly daleko do hlubin území dnešní Francie, Německa a rozkládaly se na většině střední a východní Evropy. (viz obrázek č. 5). Na západ od Uralu, díky nižší nadmořské výšce jižnější poloze, a tedy většímu množství slunce než v případě dnešní tundry, se zde dařilo nejrůznějším druhům mechů, lišejníků a nízkých křovin, které sloužily jako zdroj potravy pro divoká stáda býložravé zvěře - jelenů, losů, ale i mamutů, koní, pižmoňů a podobně. Pro člověka však, kvůli jejich migraci na velké vzdálenosti, byla tyto stáda jako

¹⁴ Překlad autora. Originální citace:

„*Skewed sex ratio* – if one sex outnumbers the other, its members will face stronger competition for mates.

Polygamy – if one sex is more polygamous than the other, its members will face stronger competition for mates, since fewer of the other sex remain unmated. Polygamy usually means polygyny (one male with more than one mate). This is so because males are often unneeded during pregnancy and infant care.“

potrava jen těžko využitelná. Arktičtí lovci kvůli lovu zvěře museli překonávat pěšky velké vzdálenosti, většinou s minimem zásob a věcí. Tyto cesty byly často velmi nebezpečné, což vedlo k vysoké úmrtnosti mužů-lovců, zatímco jejich ženy se pohybovaly po relativně malém, známém a tedy mnohem bezpečnějším prostředí, ženy tedy počtem převyšovaly muže ve většině věkových skupin.

A vzhledem k tomu, že v zimě ženy nemohly nasbírat moc potravy, byly závislé na tom, co muži-lovci přinesli uloveného, takže jen ti nejzdatnější lovci si mohli dovolit užít více než jednu ženu, výskyt polygynie byl – a u současných arktických loveckých společností stále je - spíše výjimkou. Dohromady tyto dva faktory, tedy nedostatek mužů z důvodu jejich vysoké úmrtnosti a zároveň relativně mizivý výskyt polygynie, vedly u arktických lovecko-sběračských populací k poměrně silné konkurenci žen o mužské partnery. (Frost 2006, 2008)

6.2. Model pohlavního výběru u subsaharských zemědělců

Oproti tomu u spousty subsaharských společností došlo s přechodem k usedlému způsobu života k opačnému způsobu výběru. Celoroční zemědělství přesunulo těžiště hlavního přísunu potravy od mužského lovu směrem k ženskému sběru, a ať už zemědělskou činnost vykonávají muži nebo ženy, produkce potravy už zdaleka není tak jednostranná, často se dokonce kloní na stranu žen. Muži tedy nejsou tolik svazováni sháněním zdrojů pro své partnerky, díky čemuž mohou mít dvě či více žen. Proto nejvíce polygamiálních, respektive polygynních, společností nalezneme právě v rovníkových oblastech a čím více se vzdalujeme od rovníku, tím vzácnější je jejich výskyt. (Frost 2006)

Hlavním konkurenčním artiklem mužů v boji o partnerky se tedy zdají být zdroje, ženy zase mezi sebou soupeří v kráse a znacích plodnosti.¹⁵ Pokud

¹⁵ Dle mého názoru to ve větší či menší míře platí dodnes i v naší, tzv. západní společnosti, kdy muži preferují atraktivní partnerky a ženy bohaté muže. Tyto úvahy jsou však pro tuto práci nepodstatné.

více mužů přispívá do genetického fondu populace, může vzniknout větší variabilita. To je dokázáno genetickými studii (viz kapitola Dědičnost). A v případě anatomicky moderního člověka v Evropě, kdy se ženy musely více snažit v soupeření o partnera, mohlo dojít k rozvoji barevné variability očí a vlasů. Ve zkratce to vysvětluje Peter Frost:

„Když raně moderní člověk odešel z tropů, vstoupil do prostředí, která redukovala množství mužských partnerů, a tedy posilovala pohlavní výběr žen, tím pádem i favorizovala viditelné znaky, které poutají pozornost mužů.“¹⁶ (Frost 2008:176)

Je-li výběr uvolněný a méně intenzivní, v preferenci převládají více skryté až šifrované znaky, které zmenšují možnost odhalení predátory. Čím je soupeření o partnery intenzivnější, tím očividnější a na první pohled patrnější vlastnosti a rysy musí předvést muž nebo žena usilující o pozornost potenciálního partnera. (Frost 2006) O těchto rysech a atraktivitě celkově více v následující kapitole.

¹⁶ Překlad autora. Originální citace: „When early modern humans left the Tropics, they entered environments, that reduced the supply of mateable men and thus strengthened sexual selection of women, thereby favoring visible traits that retain male attention.“

7. ATRAKTIVITA

Výběr partnera je řízen velkým počtem faktorů a všechny jeho zákonitosti doposud nejsou známy. Poznatků na toto téma bylo několika generacemi badatelů nashromážděno velké množství a popsat a zaobírat se všemi není v rámci této práce kvůli rozsahu možné. I přesto je dle mého názoru potřeba nastínit alespoň některé poznatky a hypotézy týkající se preferencí ve výběru partnera.

Z evolučního hlediska se ohledně preference znaků u potenciálního partnera rozlišují dva základní směry úvah – tzv. teorie dobrých genů a tzv. Fisherovská selekce.

Teorie dobrých genů vysvětluje vznik a preferenci jednotlivých znaků tím, že daný znak signalizuje kvalitu organismu. Nejen u člověka se tato kvalita odráží i na zdraví. Na toto téma bylo provedeno několik studií, hledajících korelaci mezi vnímanou atraktivitou jedince a zdravím či fyzickou kondicí, ale jejich výsledky jsou relativně rozporuplné (Blažek a Trnka 2009). Sem by spadal i princip handicapu, tedy preference takového znaku, který nositele silně znevýhodňuje, například v maskování či úniku před predátory. Nejčastějším příkladem budiž velká a velmi zdobná (a tudíž těžká a nápadná) ocasní pera u pávů. Sameček honosící se těmito nápadnými a těžkými péry je sice pro samičky páva velmi atraktivní, musí být ale zároveň velmi zdatný, aby unikl případným predátorům.

Fisherovská selekce oproti tomu zdůrazňuje vliv náhody – preference pro daný znak vznikla víceméně náhodou, avšak jakmile se jednou začala projevovat, už nebylo cesty zpět, protože jedinci, kteří by se nepřizpůsobili požadavkům a vkusu většiny, by byli vyřazeni z hlavního proudu výběru partnerů.

Ač by se chtělo namítnout, že lidská přitažlivost, atraktivita a koncept krásy jsou čistě kulturně podmíněné, výzkumy ukazují až překvapivou shodu v mezikulturní preferenci některých znaků, například symetričnosti tváře či

celého těla, poměru pasu a boků¹⁷ nebo rysů juvenility u žen. Výsledky studií, které zaznamenaly delší dobu pohledu nemluvnat na tváře atraktivnějších žen nebo shodu asijských, hispánských, bělošských a afroamerických studentů rozdílného původu v posuzování atraktivity u žen rovněž různého původu a barvy pleti, naznačují, že ve fenoménu lidské přitažlivosti a krásy hrají roli i biologické faktory. (Blažek a Trnka 2009)

Co se pigmentace týče, výzkumy naznačují, že ženy s kůží světlejší, než je průměr dané populace, jsou hodnoceny jako atraktivnější (Jablonski a Chaplin 2000). Frost (2008) tuto preferenci světlejší kůže napříč většinou kultur připisuje celkově nižší pigmentaci u žen a vysvětluje ji jako zdůraznění pohlavního dimorfismu. Zároveň tvrdí, že čím vzácnější je barva (kůže, vlasů nebo očí) v populaci, tím atraktivněji je hodnocena a tím častěji by její nositel/ka byl/a preferován/a jako potenciální partner/ka. Naznačuje, že pigmentační variabilita populací původně z Evropy a nejbližšího okolí mohla být výsledkem právě takového selekčního tlaku směrem k raritnosti daného znaku. (Frost 2008) Rovněž ženám s rovnoměrnější distribucí pigmentu v pokožce obličeje bylo přisuzováno větší zdraví, nižší věk a větší atraktivita (Fink, Grammer a Matts 2006).

Oblast očí a oči samotné pak hrají ve vnímání jedince velmi specifickou roli a taktéž ovlivňují i hodnocení atraktivity. Barva duhovky je snad nejčastěji zmiňovanou charakteristikou očí. Konkrétně vztahem modrookosti a atraktivity se zabývalo a zabývá řada vědců, například Gründl a kol. (2012) popisuje stereotyp modrých očí jako velmi žádoucího znaku u budoucího partnera a tento stereotyp dokládá na rozličných dotaznících a průzkumech názorů veřejnosti. Však samotná jejich studie souvislost barvy duhovky a atraktivity nepotvrdila¹⁸. Studie Kleisnera a kol. (2010) našla vztah mezi barvou duhovky u mužů a jejich vnímanou dominancí, a to že hnědoocí muži byli vnímáni jako dominantnější než modroocí. Když ale vyměnili barvu očí u obličejů tak, že

¹⁷ waist-to-hip ratio, neboli WHR. Výzkumy ukazují, že existuje silná preference pro poměr pas:boky= přibližně 0,7, nezávisle na tělesné konstituci nebo korpulentnosti ženy.

¹⁸ Rozdíl mezi tím co lidé říkají a co ve skutečnosti dělají, který zdůrazňoval Bronislaw K. Malinowski, je, zdá se, platný i zde.

původně modroocí se stali hnědookými a naopak, tento efekt zmizel a jako dominantnější byli stále hodnoceni původně hnědoocí (nyní modroocí) muži, nicméně to se neukázalo jako statisticky signifikantní. Dominantní působení tedy autoři připisují spíše jiným obličejovým charakteristikám než barvě očí.

Preferenci modrookosti lze interpretovat i z hlediska jistoty otcovství. Podle Laenga, Mathisena a Johnseny (2006) muži, s hnědýma či modrýma očima, hodnotili modrooké ženy jako atraktivnější, modroocí muži však mnohem častěji než hnědoocí. U žen, ať modrookých či hnědookých, nebyla nalezena souvislost mezi barvou duhovky a preferencí partnera. Autoři studie tento fakt vysvětlují tím, že modroocí muži mající s modrookou ženou dítě, rovněž s modrýma očima, mají mnohem větší jistotu otcovství. Ta je podle nich důležitá ve vztahu k rané péči o potomka, proto je podle nich možné, že fakt světlých očí u čerstvě narozených bělošských dětí je jejich adaptivní mechanismus proti infanticidě. Autoři však předpokládají jednoduchou mendelistickou dědičnost barvy očí, což zdaleka není tak prosté (viz kapitola 4.), zároveň není jasný předpoklad znalosti i této jednoduché dědičnosti u celé populace. Proč používají příklady infanticidy z novoguinejských společností, ve kterých je jiná barva očí než hnědá vzácnou výjimkou (a tedy nelze použít barvu očí jako znak jistoty otcovství), taktéž není známo. (Laeng, Mathiesen a Johnsen 2007) Je také možné, že atraktivita modrých očí je způsobena právě kvůli jejich juvenilnímu vzhledu.

Asociaci mezi vlastnostmi duhovky a osobnostními rysy se snažila najít studie Larssona, Pedersenové a Stattina (2007). Autoři objevili signifikantní korelaci mezi frekvencí krypt a 5 typy chování souvisejícího s přístupem k ostatním¹⁹ a zároveň souvislost záhybů s impulsivitou/sebekontrolou. Vysvětlují to mnohočetným projevem a působením genu PAX6 a naznačují, že osobnosti lidí s odlišnými charakteristikami iris mají tendenci se vyvíjet po různých drahách. (Larsson, Pedersen a Stattin 2007)

¹⁹ vřelost, důvěra, pozitivnost, citovost a ochota

Nejen barva a charakteristika duhovky, ale i světlost bělma a velikost zornice ovlivňují atraktivitu. Větší zornička je obvykle hodnocena jako atraktivnější. Fakt, který je znám po staletí a v současnosti je hojně využíván i v reklamě a časopisech; ženě, která má být presentována jako atraktivní, jsou často digitálně zvětšovány zorničky. Světlejší barva bělma je spojována se zdravím a mládím a je taktéž vnímána jako atraktivnější. Kromě těchto dvou faktorů hraje roli v celkovém vnímání charakteristik oční krajiny i délka a barva řas, tvar a úprava obočí, tvar a osa očí nebo například tvar víčka jsou další faktory v celkovém hodnocení oční krajiny. To vše jsou faktory, které je v dnešní době možné upravit pomocí plastické chirurgie a estetických zákroků. (Gründl a kol. 2012) Některé z těchto rysů ženy dnes již běžně upravují a opticky vylepšují (make-up, řasenky, vytrhávání obočí atd.), barva očí jde upravit i nošením zbarvených kontaktních čoček.

Existují hypotézy, podle kterých si vybíráme partnery v závislosti na podobě s našimi křížovými rodiči (Bereczkei a kol. 2002), se zvláštním vlivem rysů obličeje a barvy očí a vlasů (Blažek a Trnka 2009). Tomuto efektu se říká sexuální, nebo také rodičovský imprinting.

Na druhou stranu není úplně jisté, zdali si nevybíráme partnery spíše na základě sebedobnosti, protože od každého rodiče máme polovinu genomu, tedy i fenotyp musí být do jisté míry podobný. To se snažilo rozřešit několik studií, které srovnávaly volbu partnera u adoptovaných dětí, a zjistili podobnost mezi rysy adoptivních rodičů a rysy preferovaných partnerů, a to tím více, čím více si byli adoptivní rodiče se svými dětmi blízcí (Blažek a Trnka 2009).

V návaznosti na tyto poznatky a studie bylo v rámci této práce provedeno vlastní šetření ohledně preference a hodnocení barvy oční duhovky.

8. VLASTNÍ VÝZKUM

8.1. Cíle výzkumu, hypotézy

Cílem tohoto výzkumu bylo zjistit, jestli barva oční duhovky v kontextu celého obličeje nějak ovlivňuje hodnocení atraktivity, dominance či důvěryhodnosti. Druhý hlavní cíl spočíval v prozkoumání toho, nakolik se barva duhovky respondentů odráží v jejich preferencích při hodnocení obličejů se změněnými duhovkami. Sledovány byly rovněž mezipohlavní rozdíly v hodnocení.

V rámci tohoto výzkumu bylo stanoveno několik základních hypotéz:

První hypotézou bylo, že modrá barva očí bude častěji hodnocena jako atraktivnější a/nebo důvěryhodnější, než zbylé dvě barvy.

Druhou hypotézou bylo, že jedinci budou častěji hodnotit jako atraktivnější či důvěryhodnější tu barvu očí, kterou mají sami.

Třetí hypotézou bylo, že hnědé oči budou hodnoceny jako dominantnější než zbylé dvě barvy, a to nezávisle na pohlaví.

8.2. Metody

Následující kapitola se věnuje popisu vytváření výzkumného materiálu a metodice samotného výzkumu.

8.2.1 Materiál - fotografie

Pro účely této práce bylo vyfotografováno 32 mladých lidí, většinou studentů, z toho 16 mužů (věkový rozsah: 19-26 let, průměrný věk: 22,4) a 16 žen (věkový rozsah: 18-28 let, průměrný věk: 22,6), dále v textu referováni jen jako

„modelové“ či „modelky“. Tito modelové a modelky byli přizváni, aby se účastnili focení pro výzkumné účely. Byli požádáni o účast bez brýlí a kontaktních čoček, bez obličejových dekorací, šperků a piercingů a bez jakéhokoliv make-upu (s přihlédnutím k současným módním trendům jsem považoval za významné upozornit na nevhodnost make-upu i muže). Tyto požadavky byly splněny všemi zúčastněnými. Dále byli na místě požádáni o to, aby si sedli pokud možno rovně, směřovali pohled do objektivu fotoaparátu a zaujali neutrální výraz obličeje. Modelové a modelky byli foceni před neutrálním pozadím.

K pořízení snímků byl použit digitální fotoaparát Canon EOS 500D. Obličej fotografovaných osvětlovaly současně dva zdroje rozptýleného světla, z každé strany jeden. Halogenové reflektory, překryté bílou látkou rozptylující světlo, byly nastaveny na stojanech do vzdálenosti zhruba 120 cm od obličeje do takové výšky, ze které vyzařované světlo dopadalo na obličej lehce shora (pod úhlem cca 30-40°). Snahou bylo jednak co nejpřirozeněji nasvítit modela/modelku tak, aby byly jednotlivé komponenty obličeje, především oči, vidět co možná nejlépe a jednak eliminovat nežádoucí efekty umělého světla, například různé stíny apod. Metodika fotografování a nasvícení byla konzultována s uměleckou fotografkou.

8.2.2. Materiál - výběr, morfiging a grafická úprava

Těchto 32 fotografií bylo rozděleno do dvou skupin po 16 a následně bylo vždy v rámci jednoho pohlaví náhodně sestaveno 8 dvojic. Z každé takovéto dvojice byl takzvaným morfigingem vytvořen jeden kompozitní obličej, dále v textu i jako „morf“. K tomu byl užit program Morpheus Photo Morpher verze 3.11. Na každé fotografii obličeje bylo podle potřeby vyznačeno velké množství referenčních bodů (viz obrázek č. 7), podle kterých program spojil oba dva portréty do sebe. Základní inspirací pro umístění bodů v obličejích byl výzkum Kleisnera a kol. (2010), navzdory tomu, že obličejové body užíli pro jiné účely. Těchto bodů bylo vždy minimálně 120 a největší hustotu měly právě v oblasti

očí (na každé oko průměrně 16 bodů a na obočí průměrně 8), velký důraz byl kladen i na nos, oblast úst a brady a celkový tvar obličeje. Jako výchozí obrázek pro výzkum byl zvolen morf přesně v polovině škály průniku obrázků, 9 ze 17. Výsledný portrét v této fázi byl v rozlišení 1024x768 pixelů.

Je známo, že kompozitní obličeje složené už ze dvou portrétů jsou atraktivnější než každý z těch obličejů zvlášť (Blažek a Trnka 2009), a tedy by mohla volba morfiningu vyvolat námitku ohledně zkreslení výsledků zvýšenou atraktivitou hodnocených morfů oproti normálním fotografiím. Však tím, že výzkumný dotazník byl složen pouze z morfovaných portrétů, bylo dle mého názoru docíleno vyrovnání tohoto zkreslení a jakési standardizace hladiny atraktivity. Morfinigem došlo také k částečnému smazání charakteristických rysů jednotlivých obličejů nebo k snížení jejich výraznosti, což napomohlo k opticky přirozenějšímu působení změněné barvy očí. Na druhou stranu byly k vytvoření kompozitního obličeje použity pouze dva portréty proto, aby si morfy nějakou osobitost (včetně výraznějších textur duhovky) zachovaly a nepůsobily na respondenta příliš průměrovaně a tedy nereálně. Zkrátka bylo cílem vytvořit fiktivní, ale stále realisticky vyhlížející obličeje, u kterých nebude změna barvy očí „bít do očí“.

Portréty pak byly ořezány tak, aby na celém obrázku byl pouze obličej. Horní hranici tvoří konec čela a linie počátku vlasového porostu, po stranách je obrázek oříznut v nejširším místě obličeje, nejčastěji těsně u lícních kostí, dolní hranice je pak tvořena bradou.

Následně byla změněna u všech šestnácti morfů barva očí. V programu Adobe Photoshop CS4 byla přidáním vrstvy, jejím vystřížením do požadované oblasti oční duhovky (bez zornice či bělma) a následným obarvením této vrstvy změněna barva oční duhovky morfovaných portrétů. Touto změnou barevného filtru nebyla narušena textura duhovky, jako by tomu bylo v případě prostého přebarvení nástrojem „štětec“ v jednodušších grafických kreslicích programech, například v „malování“ (MS Paint), vestavěném programu operačního systému Windows. Nutno poznamenat, že původní barva duhovky

u morfovaných portrétů byla většinou šedá či světle hnědá se zachovalými výraznějšími částmi původní textury iris obou výchozích fotografií.

Pro potřeby tohoto výzkumu byly zvoleny tři barvy oční duhovky: modrá, hnědá a zelená. Kolektiv vedený Karlem Kleisnerem se domnívá, že jakákoliv jiná barva očí než modrá a hnědá, tedy i zelená, není v české populaci dostatečně zastoupena (Kleisner a kol. 2010). To však dle mého názoru není pravda a relativně vysoká četnost respondentů udávající zelenou jako barvu jejich očí (24,2%) také nesvědčí pro jejich odsouzení zelené barvy duhovky. Přirozenost upraveného odstínu barvy byla posuzována autorem této práce, konzultující grafičkou a následně dvěma na sobě nezávislými hodnotitelkami.

Tím tedy vzniklo z původních 8 mužských a 8 ženských morfů celkem 48 kompozitních portrétů.

8.2.3. Dotazník a jeho hodnocení

Samotný výzkumný dotazník byl rozdělen do tří sekcí – Atraktivita, Dominance, Důvěryhodnost – po šestnácti otázkách. Jednu otázku tvořila vždy trojice morfů stejného pohlaví, označených písmeny A, B a C, z nichž každý měl jinou barvu oční duhovky. Respondent měl za úkol vždy seřadit tři obličeje podle vlastnosti, které byla věnována daná sekce a pořadí vepsat do textového rámečku pod otázkou. Tedy například v oddíle „Atraktivita“ měl do rámečku vepsat pořadí morfů od nejatraktivnějšího, přes méně atraktivní až po nejméně atraktivní (tedy kupříkladu „CBA“).

K sobě do trojice byly morfy dávány náhodně, ale tak, aby se v jedné trojici neobjevil tentýž morf dvakrát, pokaždé s jinou barvou očí. V jedné sekci byl každý morf s danou barvou duhovky použit pouze jednou, posloupnost barev očí v rámci trojice byla rovněž náhodná. Pro každou sekci se otázky sestavovaly znovu, aby nedošlo k opakování trojice, která už se v dotazníku jednou objevila.

Teprve na konci dotazníku byl respondent dotázán na věk, pohlaví, stát, ze kterého pochází, a nakonec na barvu vlastních očí²⁰, protože nebylo žádoucí respondentovi otázkou na jeho barvu duhovky hned od začátku napovědět, že se má při odpovídání na otázky zaměřit na oči.

Výzkumu se účastnilo přes 450 respondentů, zdaleka ne všichni však dotazník dokončili. Celkem 422 dotázaných vyplnilo první sekci o atraktivitě, kvůli umístění otázek o respondentovi až na konec dotazníku jsou tyto data bez vysledovatelného pohlaví a barvy očí. Proto je na tyto data zaměřena zvláštní analýza. Všechny tři sekce včetně závěrečných otázek na osobní údaje pak vyplnilo 182 jedinců původem z Evropy, většinou z české republiky, z toho 142 žen (věkový průměr: 24,1) a 40 mužů (věkový průměr: 24,7). Do nich nejsou započítáni respondenti, jejichž odpovědi bylo nutné z nějakého důvodu vyřadit; bylo vyškrtáno pár jedinců, kteří vynechali některé otázky nebo správně nepochopili zadání. A i když by bylo do budoucna nepochybně zajímavé rozšířit výzkum vlivu oční duhovky na mezilidské vztahy i na jiné kontinenty a udělat mezikulturní srovnání, z tohoto dotazníku byli vyřazeni i tři jedinci z jiných světadílů, konkrétně dva Kolumbijci a jeden Vietnamec. Respondenti byli získáváni metodou „sněhové koule“ (Hendl 2005). Byli osloveni na internetových sociálních sítích a přes elektronickou poštu, a byli dále požádáni, aby odkaz na dotazník šířili dále mezi své známé.

8.2.4. Zpracování výsledků

Nejprve byla provedena analýza anonymního hodnocení atraktivity pomocí kontingenčních tabulek 2x3. Pro analýzu dat při mezipohlavním srovnávání byly také použity kontingenční tabulky 2x3, pro intrapohlavní srovnávání, tedy porovnávání rozdílů v hodnocení mezi zástupci jednoho pohlaví s rozdílnou barvou duhovky, byly použity kontingenční tabulky 3x3.

V další fázi byly hypotézy testovány tzv. testem dobré shody neboli chí-kvadrát testem (Agresti a Finlay 1997). Jeho hodnoty byly počítány na papír

²⁰ To se ukázalo jako ne zcela dobrá volba, více v diskusi.

podle vzorce pro výpočet, pro kontrolu byl vždy použit statistický software PAST verze 2.14. Všechny tabulky a grafy byly zpracovávány v programu MS Excel 2007.

8.3. Výsledky

Barva oční duhovky měla signifikantní efekt při hodnocení atraktivity. Mužské i ženské obličej s modrýma očima byly hodnoceny jako atraktivnější než zelenooké a hnědooké portréty, a to jak při samostatné anonymní analýze atraktivity ($n=422$; $p < 0,001$; $\chi^2=20,2$), tak i u následné analýzy, u které bylo známo pohlaví a barva očí respondenta ($n=182$; $p < 0,05$; $\chi^2=6,14$), čímž se potvrdila první hypotéza. V anonymní analýze byli modroocí muži označováni jako nejatraktivnější v 37,5% otázek, modrooké ženy v 34%. Muži hodnotili modré oči u portrétů jako nejatraktivnější v 38,8%, zelené v 31,9% a hnědé v 29,4% případů. Ženy označovaly jako nejatraktivnější barvu očí modrou v 36,8%, zelenou v 33,8% a hnědou v 29,3% případů.

Vliv barvy očí respondenta na preference v atraktivitě, dominanci či důvěryhodnosti i přes určité sledovatelné tendence v kontingenčních tabulkách nebyl statisticky signifikantní. Mezi tyto tendence patří například preference modrookých žen pro modrooké muže ($p=0,340$; $\chi^2=4,54$), větší důvěryhodnost hnědookých mužů pro hnědooké ženy ($p=0,347$; $\chi^2=4,46$) nebo to, že modroocí a zelenoocí muži hodnotili jako důvěryhodnější modrooké ženy častěji než hnědoocí, kteří by naopak důvěřovali spíše ženám s jinou barvou duhovky ($p=0,165$; $\chi^2=6,65$). O tom více v diskusi.

8.4. Diskuse

Z výsledků této studie vyplývá, že skutečně existuje trend v hodnocení modrých očí jako atraktivnějších, což by se shodovalo i s výsledky studie Laenga, Mathiesena a Johnseny (2007) a svědčí to i ve prospěch platnosti první hypotézy výzkumu. Zároveň, možná trochu překvapivě, nebyly zjištěny

žádné větší rozdíly mezi hodnocením mužů a žen. Zdá se tedy, že tuto preferenci modrých očí sdílejí jak muži, tak ženy.

Zhruba polovina respondentů nedokončila celý dotazník a zanechala vyplňování po prvním oddíle o atraktivitě. Otázky na věk, pohlaví, zemi původu a barvu očí respondenta byly však zařazeny až na konec dotazníku, proto jsou tyto údaje pro tuto polovinu hodnotitelů neznámé. Jelikož však byla škoda těchto „anonymních“, ale přesto cenných dat, byl celý oddíl atraktivity (včetně „ne-anonymních“ odpovědí) ještě podroben zvláštnímu vyhodnocení.

Ve výsledcích této studie se dají objevit určité tendence i v hodnocení důvěryhodnosti či dominance. Hnědooké ženy by více důvěřovaly hnědookým mužům i hnědookým ženám, modrooké ženy zase modrookým. Naopak hnědoocí muži hodnotili nejméně důvěryhodněji ženy modrooké oproti jiným. Z toho je patrný trend ve větší důvěře k lidem se stejnou či podobnou barvou duhovky a nedůvěře k barvám odlišným.

U dominance tomu však bylo obráceně. Hnědoocí muži považovali za nejdominantnější modrooké ženy, modroocí zase hnědooké. Hodnocení dominance ženami bylo u mužských portrétů spíše vyrovnané a bez ohledu na vlastní barvu duhovky se ženy spíše shodly na zelenookých mužích jako dominantnějších, u ženských obličejů byl zaznamenán trend hodnotit jako dominantnější vlastní barvu duhovky. To by mohlo naznačovat, že muži považují odlišnou barvu duhovky jako dominantnější, zatímco ženy hledají dominanci u zástupkyň stejné barvy očí.

Zelenoocí muži oproti tomuto trendu silně nedůvěřovali zelenookým mužům, ale považovali je za nejdominantnější. To však jen potvrzuje protichůdnost hodnocení sebepodobností ovlivňované důvěryhodnosti a dominance, která je spíše řízena opačnými vlivy.

Interpretace tohoto kontrastu na základě pohlavního výběru je možná skrz model arktických lovců-sběračů (viz kapitola 6.) za předpokladu homogenity a podobnosti rysů a charakteristik obličeje v rámci skupiny. V jedné takovéto archetypální skupině si z čistě existenciálních důvodů pravděpodobně všichni

navzájem důvěřovali a měli spíše tendence nevěřit někomu odlišnému a cizímu.²¹ Navíc u mužů byla nutná kooperace a komunikace i při lovu zvěře. Na cestách za zvěří však také docházelo k často nebezpečným konfrontacím s jinými skupinami či predátory, k soupeření o zdroje, ženy i vlastní život s lidmi, u nichž byla větší pravděpodobnost výskytu odlišných fenotypových znaků. Ale po návratu zpět do tábora již nebylo mnoho důvodů nevěřit vlastním ženám. Na druhou stranu ženy-sběračky, většinu dne se pohybující po známém prostředí, mezi sebou soupeřily o mužské partnery, takže se u nich mohla vyvinout tendence vnímání dominance ve vztahu k výběru partnera v rámci vlastní skupiny, tedy v okruhu lidí, kteří spíše budou sdílet stejné rysy, včetně barvy očí.

Zdá se tedy, že atribuce důvěryhodnosti a dominance jsou navzájem v opozici, zatímco hodnocení atraktivity je pravděpodobně založeno na jiných principech a faktorech.

Co se však atraktivity týče, evoluční hypotéza Laenga, Mathiesena a Johnseny (2007) o modrookosti jako jistotě rodičovství v případě této práce padla na zcela neúrodnou půdu, jelikož dle mého názoru příliš spoléhá na všeobecnou znalost dědičnosti, která je navíc v jejich podání poněkud zjednodušená. Namísto toho se nabízí vysvětlení preference modrých očí na základě atraktivity samotné, ve smyslu modrookosti jako juvenilního, a tedy více žádoucího, znaku. Je však důležité neopomenout roli společnosti a mediální a informační přesycenosti. Ve výsledku je tedy totiž možné, že se zde jedná o vliv jakéhosi kulturně-biologického sebenaplňujícího prorocství, v němž díky snadno dostupným informacím o výzkumech v oblasti lidské přitažlivosti mají lidé v současné západní společnosti tendence upravovat svůj vkus podle toho, co jim je tvrzeno a předkládáno jako faktická pravda. Leč k hlubšímu porozumění by samozřejmě byla zapotřebí rozsáhlá analýza mediálního a společenského vlivu na výběr partnera.

²¹ viz koncept „in-group“ a „out-group“ strategií (například v Brewer 1999)

Nebyla potvrzena třetí hypotéza o vlivu hnědých očí na dominanci, což je v souladu s výsledky studie Kleisnera a kol. (2010), která došla k závěru, že samotná hnědá barva neovlivňuje hodnocení dominance, ale spíše doprovází jiné, více dominantní, rysy obličeje. Hnědé oči jsou tedy jakýmsi indikátorem této vlastnosti (Kleisner a kol. 2010). V této práci byla však užitá poněkud jiná metodika. Namísto hodnocení fotografií reálných osob bylo užitó kompozitních obličejů a digitální úpravy barvy očí, z důvodů odstínění zkreslení, způsobeného právě hodnocením očí u reálných obličejů v celém jejich kontextu a přirozenosti.

9. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat lidskou duhovku v celé její komplexnosti, nastínit základní hypotézy vzniku variability pigmentace lidské duhovky, založené jak na adaptaci na prostředí, tak na pohlavním výběru, ukázat, že dědičnost barvy očí není tak jednoduchá, jak by se aplikací mendelistických principů mohlo zdát a v neposlední řadě v empirické studii zjistit, zda existuje vztah mezi barvou oční duhovky a hodnocením atraktivity, dominance a důvěryhodnosti.

V rámci tohoto výzkumu pak byla zjištěna signifikantní preference modrých očí, a to jak u žen, tak u mužů, což potvrzuje i výsledky několika dalších studií. Dále byly naznačeny určité tendence v hodnocení dominance a důvěryhodnosti. Připisování těchto vlastností je, zdá se, založeno na protichůdných trendech. Byl vysledován sklon hodnotit důvěryhodněji obličej se spíše podobnou barvou očí a dominantněji obličej se spíše odlišnou barvou očí, než jakou měl respondent. Tyto tendence ovšem nebyly statisticky významné, částečně možná i kvůli relativně nízkému podílu mužských respondentů. Je tedy zřejmé, že pro plné objasnění problematiky vlivu oční duhovky v mezilidské komunikaci a každodenních interakcích je potřeba dalších studií.

10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Agresti, Alan a Barbara Finlay. 1997. *Statistical methods for the Social Sciences*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Albert, Daniel M. 2003. Iris melanocyte numbers in Asian, African American, and Caucasian irides. *Transactions of the American Ophthalmological Society Journal* 101:217-222.
- Aoki, Kenichi. 2002. Sexual selection as a cause of human skin colour variation: Darwin's hypothesis revisited. *Annals of Human Biology* 29(6):596-608.
- Berezkei, Tamász, Petra Gyuris, Panna Koves, László Bernath. 2002. Homogamy, genetic similarity, and imprinting; parental influences on mate choice preferences. *Personality and Individual Differences* 33:677-690.
- Blatná, Jarmila, Jana Dostálová, Ctibor Perlín a Petr Tláškal. 2005. *Výživa na začátku 21. století - aneb o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha: Výživa servis s.r.o.
- Blažek, Vladimír, a Radek Trnka, eds. 2009. *Lidský Obličej: Vnímání tváře z pohledu kognitivních, behaviorálních a sociálních věd*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Brewer, Marilyn B. 1999. The Psychology of Prejudice: Ingroup Love or Outgroup Hate? *Journal of Social Issues* 55(3):429-444.
- Eiberg, Hans, Jesper Troelsen, Mette Nielsen, Annemette Mikkelsen, Jonas Mengel-From, Klaus W.Kjaer a Lars Hansen. 2007. Blue eye color in humans may be caused by a perfectly associated founder mutation in a regulatory element located within the HERC2 gene inhibiting OCA2 expression. *Human Genetics* 123:177-187.

- Fink, Bernhard, Karl Grammer a Paul J. Matts. 2006. Visible skin color distribution plays a role in the perception of age, attractiveness, and health in female faces. *Evolution and Human Behaviour* 27:433-442.
- Frost, Peter. 2006. European hair and eye color: A case of frequency-dependent sexual selection? *Evolution and Human Behavior* 27:85-103.
- Frost, Peter. 2008. Sexual selection and human geographic variation. *Journal of Social, Evolutionary, and Cultural Psychology*. Special Issue: *Proceedings of the 2nd Annual Meeting of the Northeastern Evolutionary Psychology Society* 2:169-191
- Ganong, William F. 2005. *Přehled lékařské fyziologie*. Praha: Galén.
- Gründl, Martin, Sebastian Knoll, Marita Eiseinmann-Klein a Lukas Prantl. 2012. The Blue-Eyes Stereotype: Do Eye Color, Pupil Diameter, and Scleral Color Affect Attractiveness? *Aesthetic plastic surgery* 36(2):234-240.
- Hendl, Jan. 2005. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál.
- Jablonski, Nina G., a George Chaplin. 2000. The evolution of human skin coloration. *Journal of Human Evolution* 39:57-106.
- Jurmain, Robert, Lynn Kilgore, Wenda Trevathan a Russell L. Ciochon. 2010. *Introduction to Physical Anthropology, 2009-2010 Edition*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Kelnarová, Jarmila, Jana Sedláčková, Jana Toufarová, Zuzana Číková a Eva Kelnarová. 2007. *První pomoc II pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing

- Kleisner, Karel, Tomáš Kočnar, Anna Rubešová a Jaroslav Flegr. 2010. Eye color predicts but does not directly influence perceived dominance in men. *Personality and Individual Differences* 49:59-64.
- Laeng, Bruno, Ronny Mathiesen a Jan-Are Johnsen. 2007. Why do blue-eyed men prefer women with the same eye color? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61:371-384.
- Larsson, Matts, Nancy L. Pedersen a Håkan Stattin. 2007. Association between iris characteristics and personality in adulthood. *Biological Psychology* 75(2):165-175.
- Menon, I. A., P. K. Basu, S. Persad, M. Avaria, C. C. Felix a B. Kalyanaraman. 1987. Is there any difference in the photobiological properties of melanins isolated from human blue and brown eyes? *British Journal of Ophthalmology* 71:549-551.
- Oyster, Clyde W. 1999. *The Human Eye: Structure and Function*. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.
- Parra, Esteban J. 2007. Human Pigmentation Variation: Evolution, Genetic Basis, and Implication for Public Health. *Yearbook of Physical Anthropology* 50:85-105.
- Prota, Giuseppe, Dan-Ning Hu, Maria R. Vincensi, Steven A. McCormick a Alessandra Napolitano. 1998. Characterization of Melanins in Human Irides and Cultured Uveal Melanocytes From Eyes of Different Colors. *Experimental Eye Research* 67:293-299.
- Rees, Jonathan L. 2004. The Genetics of Sun Sensitivity in Humans. *American Journal of Human Genetics* 75:739-751.
- Robins, Ashley H. 1991. *Biological Perspectives on Human Pigmentation*. Cambridge:Cambridge University Press.

Rozsival, Pavel. 2006. *Oční lékařství*. Praha: Galén.

Sturm, Richard A. 2008. Molecular genetics of human pigmentation diversity. *Human Molecular Genetics*, Review Issue I 18:R9-R17.

Sturm, Richard A. a Tony N. Frudakis. 2004. Eye colour: portals into pigmentation genes and ancestry. *Trends in Genetics* 20(8):327-332.

Sturm, Richard A. a Matts Larsson. 2009. Genetics of human iris colour and patterns. *Pigment Cell & Melanoma Research* 22:544-562.

Sulem, Patrick, Daniel F. Gudbjartsson, Simon N. Stacey, Agnar Helgason, Thorunn Rafnar, Kristin P. Magnusson, Andrei Manolescu a kol. 2007. Genetic determinants of hair, eye and skin pigmentation in Europeans. *Nature genetics* 39(12):1443-1451.

11. RESUMÉ

The aim of this thesis is to describe reasons for human iris color variation, that occurred somewhere in the past among European populations. Part of this thesis is an empirical study focused on influence of eye color on perceiving some personal attributes, such as attractiveness, dominance and trustworthiness.

Human eye and iris tissue complexity is described briefly, but densely in the first sections of theoretical part of this thesis, because human eye color variation is primarily determined by amount and distribution of different types of melanin in some layers of iris tissue.

Section dedicated to genetics suggests that eye color inheritance is not a monogenic trait, and therefore application of simple Mendelian principles is too simplifying. There are more genes involved in iris formation and some of them are briefly mentioned.

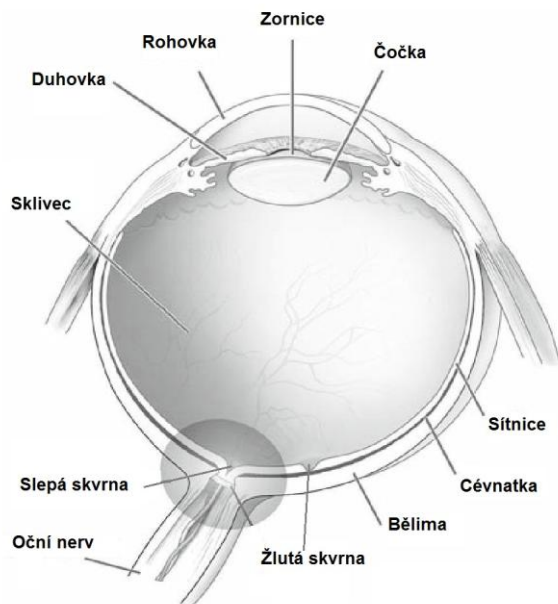
This thesis presents few major hypotheses regarding variation of iris color, originally restricted to European region. Some of these hypotheses are explaining differences in pigmentation as a consequence of adaptation to environmental conditions, including vitamin D hypothesis, photolysis of folate hypothesis or hypothesis of UV conditions adaptation.

There are also many theories and hypotheses explaining incidence of blue eyes, that are based on a sexual selection. Some of those hypotheses, as well as few attractiveness principles, are also described in this thesis.

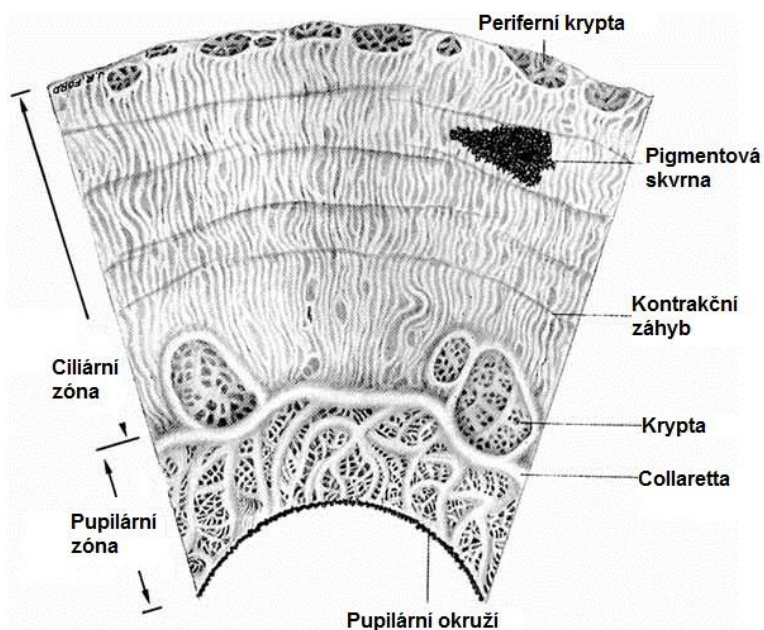
The empirical part is a study based on ratings of attractiveness, dominance and trustworthiness of faces with either blue, green or brown iris color. Various methods were used to eliminate the influence of other facial features. Results of this study show significant preference for blue eyes. Some other trends in results were also present, for instance eye color similar to respondent's was perceived as more trustworthy than other iris colors. However, these trends were not statistically significant.

12. PŘÍLOHY

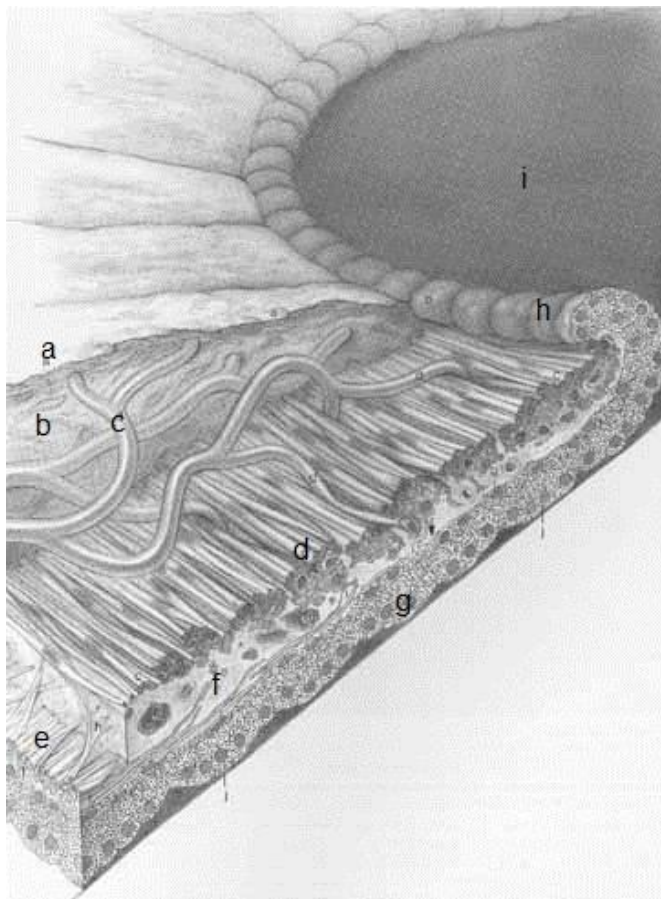
12.1. Obrázky



Obr. 1. Schéma oka. Převzato a upraveno z webových stránek ocularbiomechanics.org.

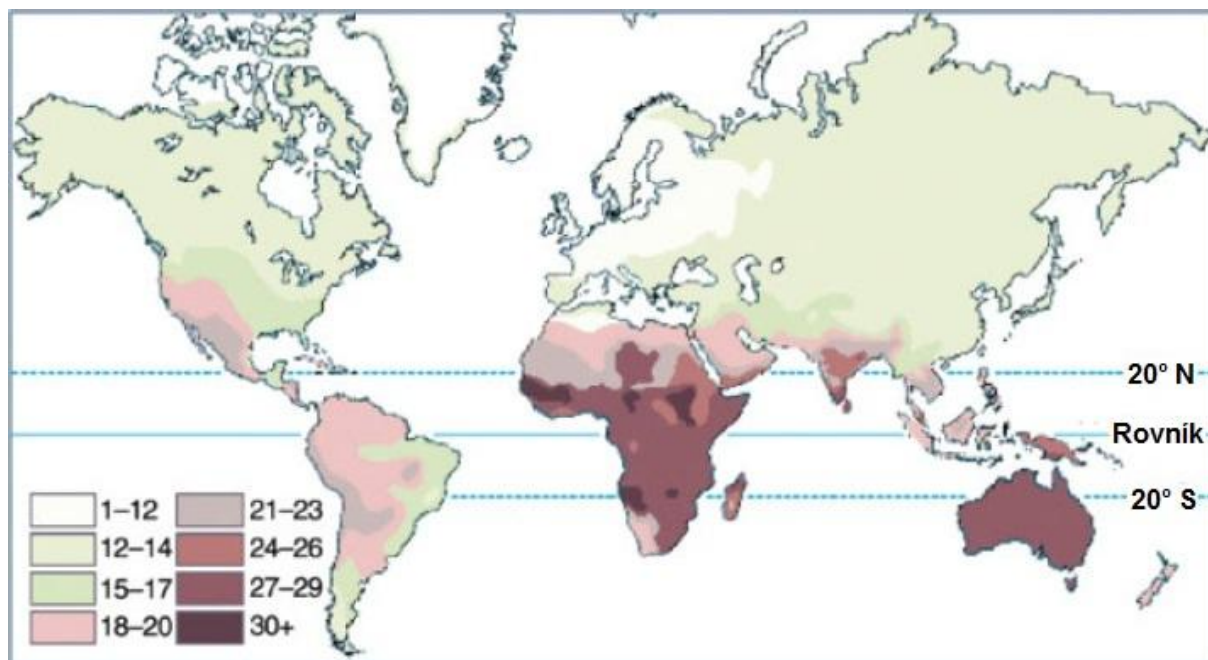


Obr. 2. Schématické znázornění texturních prvků duhovky. Převzato a upraveno z webových stránek oculist.net.

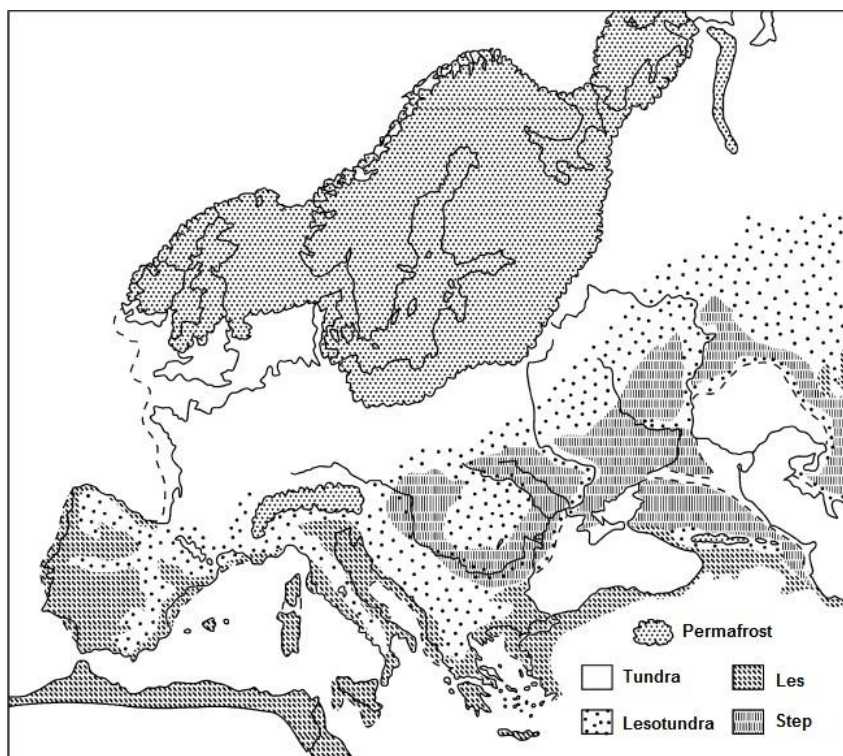


Obr. 3. Schématické znázornění duhovky, řez pupilární částí. Převzato a upraveno z webových stránek oculist.net.

- (a) Anteriorní okrajová vrstva
- (b) Stroma
- (c) Kapilára
- (d) Vlákna *m. sphincter*
- (e) Výběžky vláken *m. dilatator*
- (f) Anteriorní epitel
- (g) Posteriovní epitel
- (h) Pupilární okruží
- (i) Zornice



Obr. 4. Rozdíly v pigmentaci kůže v závislosti na zeměpisné poloze. Vyšší čísla označují vyšší míru pigmentace a tedy tmavší kůži. Převzato a upraveno z článku Parra 2007.



Obr. 5. Hlavní klimatické pásy v Evropě, zhruba před 18 000 lety. Převzato a upraveno z článku Frost 2006.



A

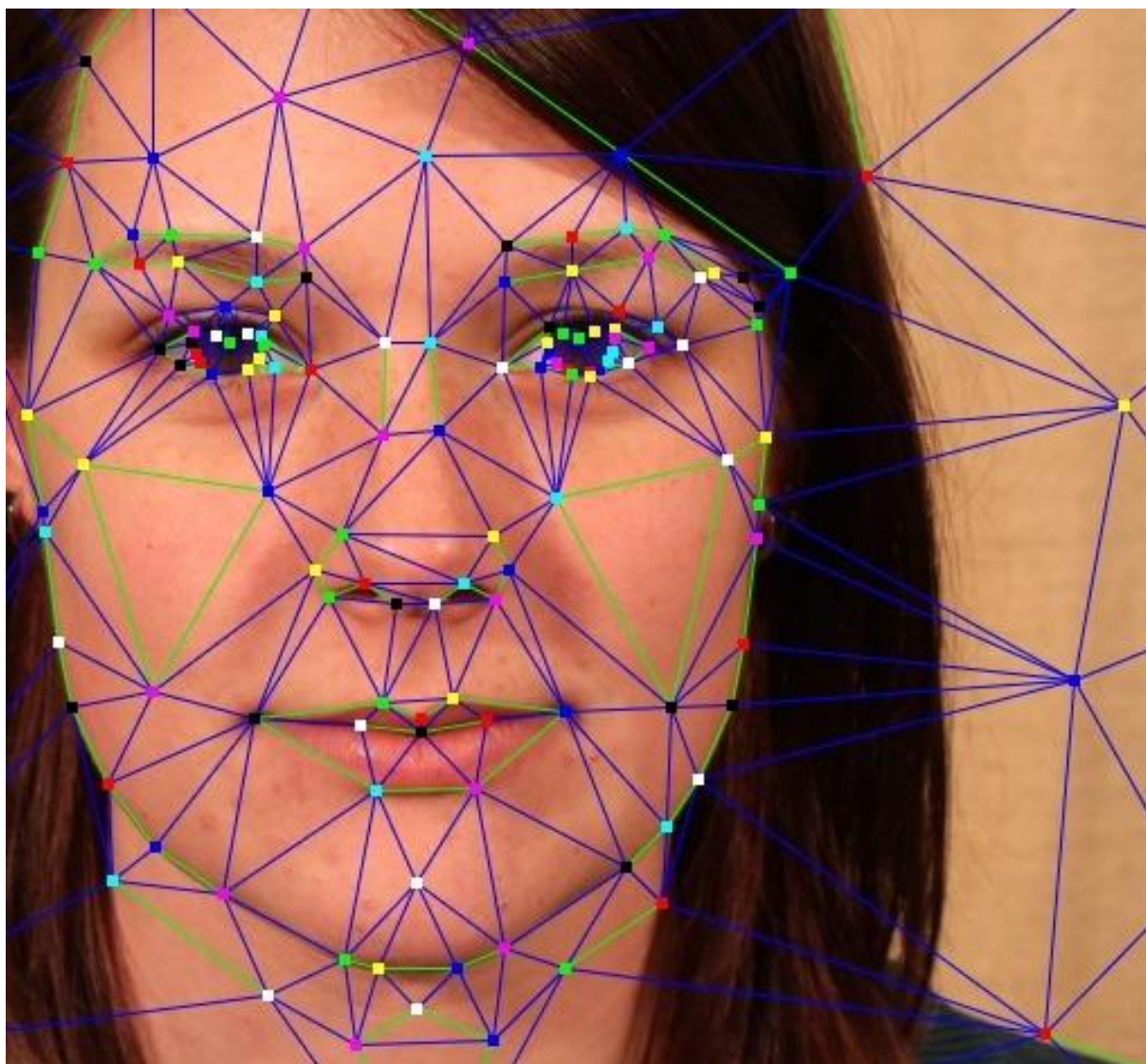


B

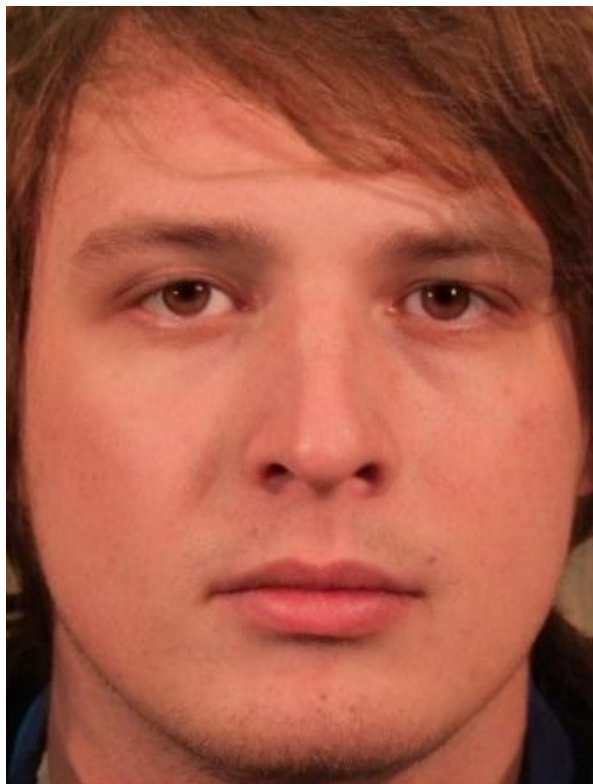


C

Obr. 6. Příklad postupu morfování dvou výchozích fotografií (A a B) do výsledného kompozitního obličeje (C). Fotografie jsou zveřejněny se souhlasem obou zobrazovaných žen.



Obr. 7. Zobrazení obličeje s hustou sítí referenčních bodů, potřebných k morfinu.

**A****B**

Obr. 8. Dva příklady kompozitních obličejů, které byly použity při studii. Nestejná velikost obrázků je způsobena rozdílnou velikostí obličejů.

A – Mužský morf s upravenými hnědými očima.

B – Ženský morf s upravenými modrými očima.

12.2. Tabulky

	Barva očí respondenta							
	modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži	17	0,425	8	0,200	15	0,375	40	1
ženy	64	0,451	36	0,254	42	0,296	142	1
celkem	81	0,445	44	0,242	57	0,313	182	1

Tab. 1. Absolutní a relativní četnost barev očí respondentů.

	Barva očí hodnocených obličejů							
	modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	1265	0,375	1129	0,334	982	0,291	3376	1
ženy (n=142)	1161	0,344	1062	0,315	1153	0,342	3376	1

Tab. 2. Výsledky anonymního hodnocení atraktivity. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu (8 otázek na obličej každého pohlaví, n=422, $p < 0,001$, $\chi^2 = 20,2$).

	Barva očí hodnocených obličejů							
	modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	247	0,386	195	0,305	198	0,309	640	1
ženy (n=142)	809	0,356	745	0,328	718	0,316	2272	1

Tab. 3. Výsledky hodnocení atraktivity. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu. (8 otázek na obličej každého pohlaví, n=182, $p = 0,047$, $\chi^2 = 6,4$)

	Barva očí hodnocených obličejů							
	modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	211	0,330	214	0,334	215	0,336	640	1
ženy (n=142)	749	0,330	800	0,352	723	0,318	2272	1

Tab. 4. Výsledky hodnocení dominance. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu. (8 otázek na obličej každého pohlaví, n=182, p=0,62, $\chi^2=0,93$)

	Barva očí hodnocených obličejů							
	modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	219	0,342	206	0,322	215	0,336	640	1
ženy (n=142)	761	0,335	691	0,304	820	0,361	2272	1

Tab. 5. Výsledky hodnocení důvěryhodnosti. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu. (8 otázek na obličej každého pohlaví, n=182, p=0,48, $\chi^2=1,46$)

	Barva očí mužských obličejů								Barva očí ženských obličejů							
	modrá		zelená		hnědá		total		modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	124	0,388	102	0,319	94	0,294	320	1	123	0,384	93	0,291	104	0,325	320	1
hnědoocí (n=15)	47	0,392	37	0,308	36	0,300	120	1	47	0,392	33	0,275	40	0,333	120	1
modroocí (n=17)	53	0,390	46	0,338	37	0,272	136	1	55	0,404	38	0,279	43	0,316	136	1
zelenoocí (n=8)	24	0,375	19	0,297	21	0,328	64	1	21	0,328	22	0,344	21	0,328	64	1
ženy (n=142)	419	0,369	384	0,338	333	0,293	1136	1	390	0,343	361	0,318	385	0,339	1136	1
hnědooké (n=42)	133	0,396	117	0,348	86	0,256	336	1	111	0,330	108	0,321	117	0,348	336	1
modrooké (n=64)	183	0,357	165	0,322	164	0,320	512	1	176	0,344	164	0,320	172	0,336	512	1
zelenooké (n=36)	103	0,358	102	0,354	83	0,288	288	1	103	0,358	89	0,309	96	0,333	288	1

Tab. 6. Výsledky hodnocení oddílu Atraktivita. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu (8 otázek pro každé pohlaví, N=182).

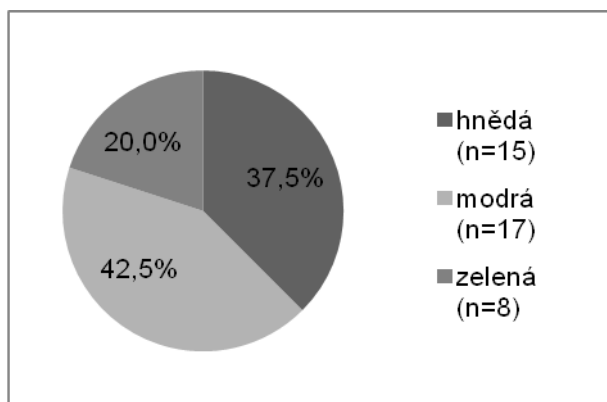
	Barva očí mužských obličejů								Barva očí ženských obličejů							
	Modrá		zelená		hnědá		total		modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	100	0,313	111	0,347	109	0,341	320	1	111	0,347	103	0,322	106	0,331	320	1
hnědoocí (n=15)	41	0,342	34	0,283	45	0,375	120	1	43	0,358	42	0,350	35	0,292	120	1
modroocí (n=17)	38	0,279	51	0,375	47	0,346	136	1	46	0,338	40	0,294	50	0,368	136	1
zelenoocí (n=8)	21	0,328	26	0,406	17	0,266	64	1	22	0,344	21	0,328	21	0,328	64	1
ženy (n=142)	372	0,327	402	0,354	362	0,319	1136	1	377	0,332	398	0,350	361	0,318	1136	1
hnědooké (n=42)	108	0,321	115	0,342	113	0,336	336	1	109	0,324	116	0,345	111	0,330	336	1
modrooké (n=64)	169	0,330	184	0,359	159	0,311	512	1	179	0,350	177	0,346	156	0,305	512	1
zelenooké (n=36)	95	0,330	103	0,358	90	0,313	288	1	89	0,309	105	0,365	94	0,326	288	1

Tab. 7. Výsledky hodnocení oddílu Dominance. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázkách oddílu (8 otázek pro každé pohlaví, N=182).

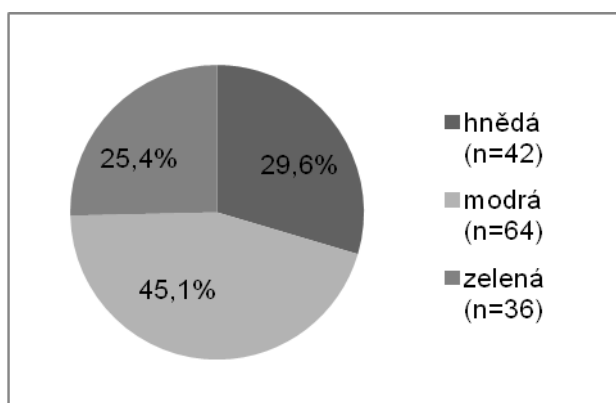
	Barva očí mužských obličejů								Barva očí ženských obličejů							
	Modrá		zelená		hnědá		total		modrá		zelená		hnědá		total	
	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.	Abs.č.	Rel.č.
muži (n=40)	108	0,338	106	0,331	106	0,331	320	1	111	0,347	100	0,313	109	0,341	320	1
hnědoocí (n=15)	41	0,342	44	0,367	35	0,292	120	1	32	0,267	45	0,375	43	0,358	120	1
modroocí (n=17)	44	0,324	46	0,338	46	0,338	136	1	52	0,382	37	0,272	47	0,346	136	1
zelenoocí (n=8)	23	0,359	16	0,250	25	0,391	64	1	27	0,422	18	0,281	19	0,297	64	1
ženy (n=142)	383	0,337	351	0,309	402	0,354	1136	1	378	0,333	340	0,299	418	0,368	1136	1
hnědooké (n=42)	111	0,330	92	0,274	133	0,396	336	1	103	0,307	104	0,310	129	0,384	336	1
modrooké (n=64)	175	0,342	167	0,326	170	0,332	512	1	187	0,365	147	0,287	178	0,348	512	1
zelenooké (n=36)	97	0,337	92	0,319	99	0,344	288	1	88	0,306	89	0,309	111	0,385	288	1

Tab. 8. Výsledky hodnocení oddílu Důvěryhodnost. Tabulka absolutních a relativních četností odpovědí na všech 16 otázek oddílu (8 otázek pro každé pohlaví, N=182).

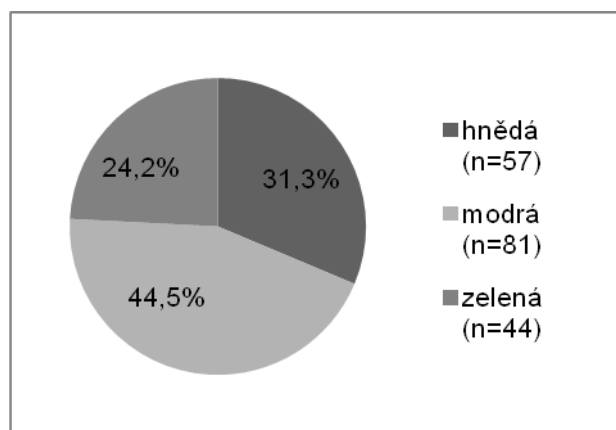
12.3. Grafy



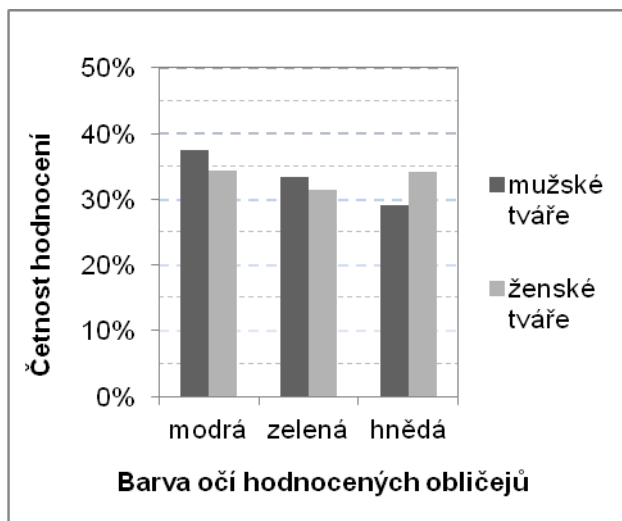
Graf 1. Zastoupení barev očí mezi mužskými respondenty (n=40).



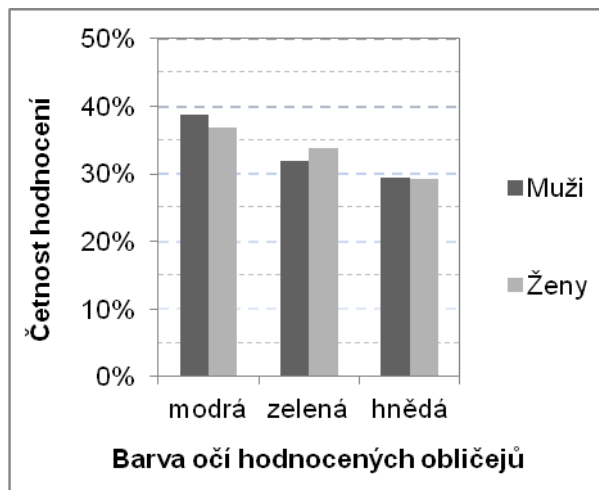
Graf 2. Zastoupení barev očí mezi ženskými respondenty (n=142).



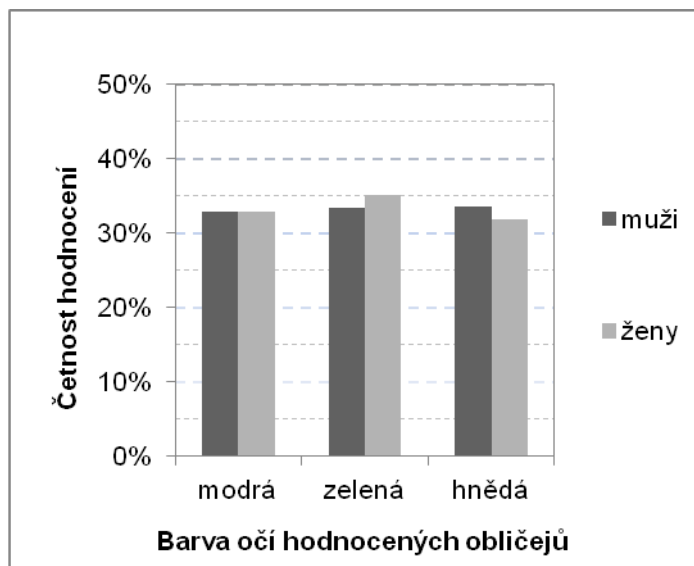
Graf 3. Zastoupení barev očí mezi všemi respondenty (n=182).



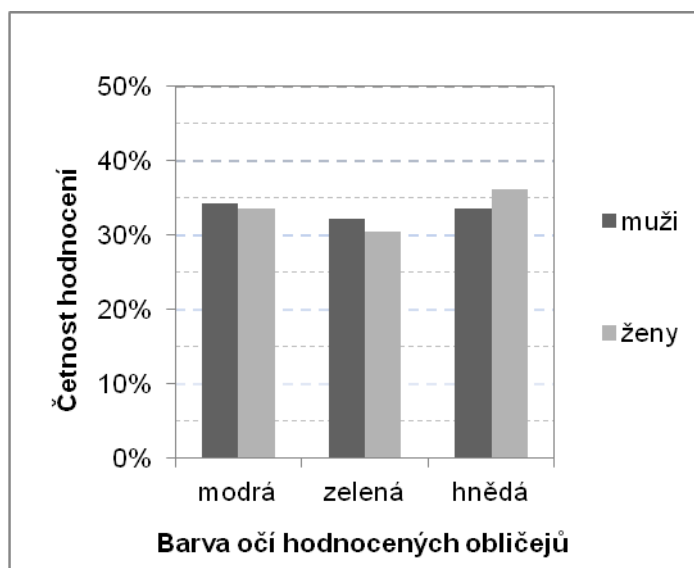
Graf 4. Celkové hodnocení atraktivity (n=422).



Graf 5. Hodnocení atraktivity – srovnání mužů (n=40) a žen (n=142).

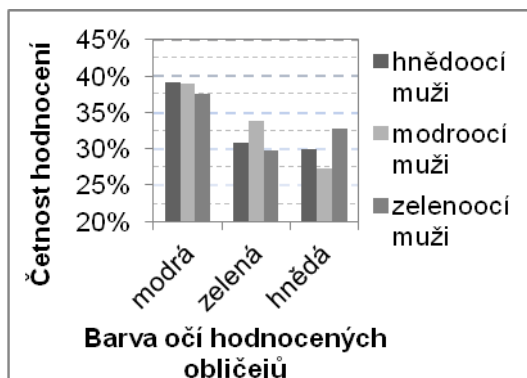


Graf 6. Hodnocení dominance – srovnání mužů (n=40) a žen (n=142).

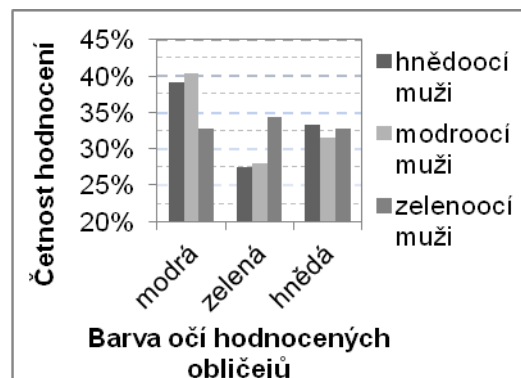


Graf 7. Hodnocení důvěryhodnosti – srovnání mužů (n=40) a žen (n=142).

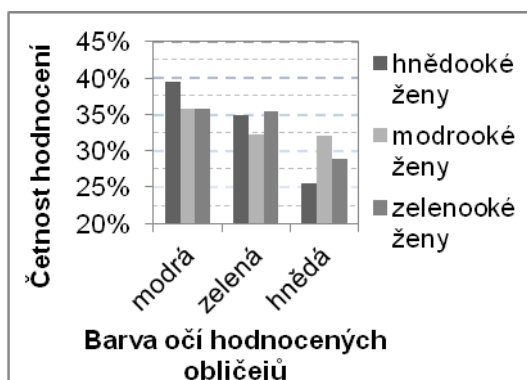
Výsledkové grafy - atraktivita



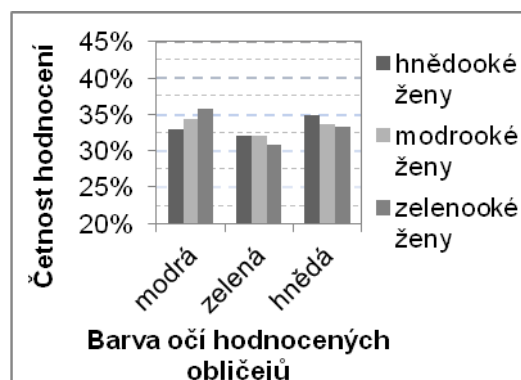
Graf 8. Atraktivita mužských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).



Graf 9. Atraktivita ženských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).

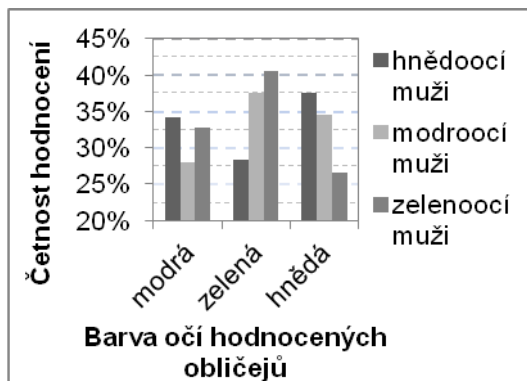


Graf 10. Atraktivita mužských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).

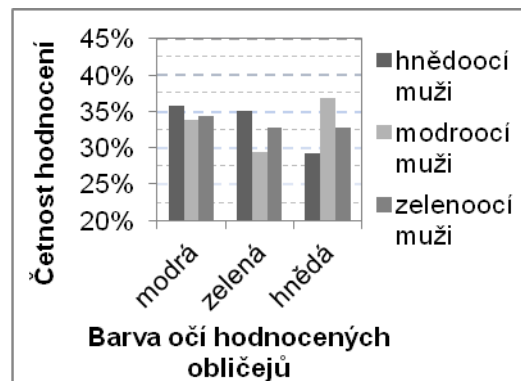


Graf 11. Atraktivita ženských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).

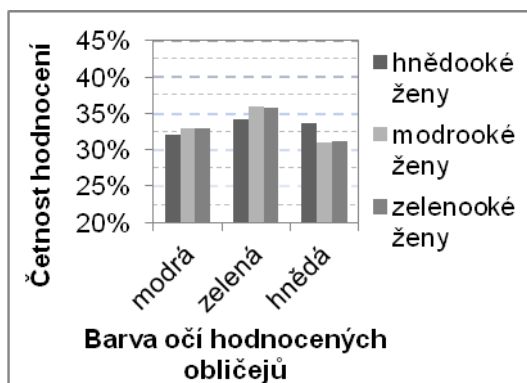
Výsledkové grafy – dominance



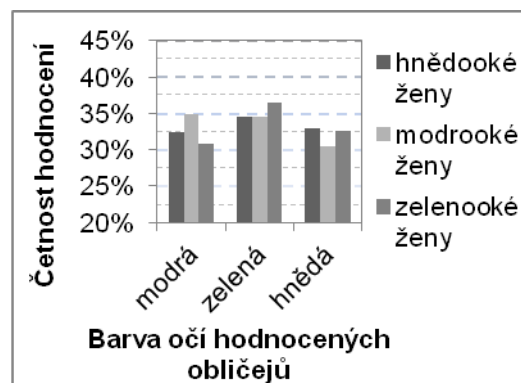
Graf 12. Dominance mužských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).



Graf 13. Dominance ženských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).

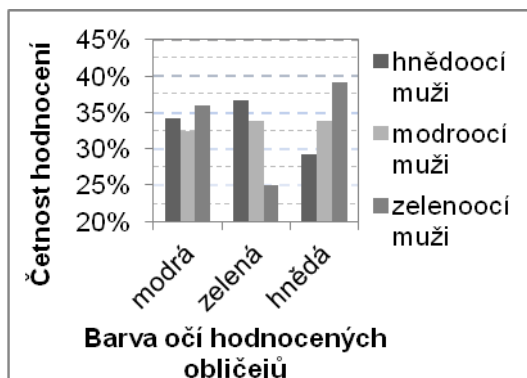


Graf 14. Dominance mužských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).

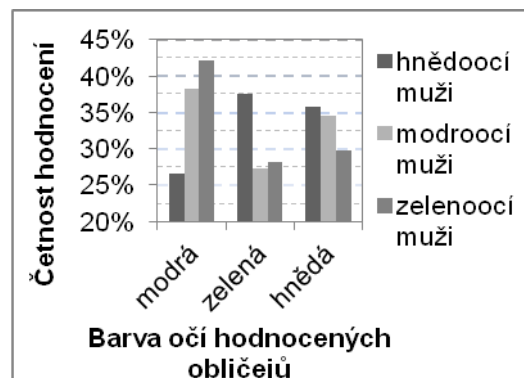


Graf 15. Dominance ženských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).

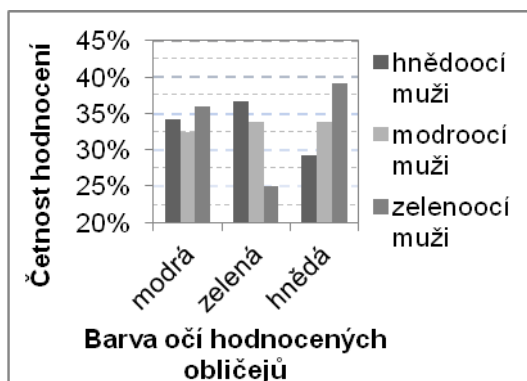
Výsledkové grafy – důvěryhodnost



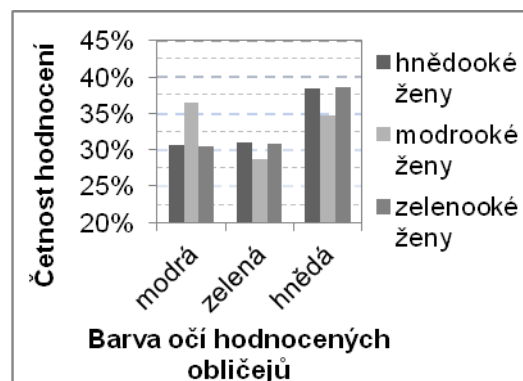
Graf 16. Důvěryhodnost mužských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).



Graf 17. Důvěryhodnost ženských obličejů posuzovaná muži s různou barvou duhovky (celkem N=40; h=15, m=17, z=8).



Graf 18. Důvěryhodnost mužských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).



Graf 19. Důvěryhodnost ženských obličejů posuzovaná ženami s různou barvou duhovky (celkem N= 142; h=42, m=64, z=36).