Fiziološke reakcije na atraktivna lica

Nora Burić, 3. razred
Dora Matejčić, 3. razred

III. Gimnazija, Split
Mentor: *Vesna Dobronić*

SAŽETAK

Ovaj istraživački rad bavi se ispitivanjem utjecaja biometrijskih karakteristika različitih lica na nesvjesne, fiziološke reakcije osobe koja ih gleda. Glavni cilj istraživanja bio je mjerenjem krvnog tlaka, pulsa i dilatacije zjenica utvrditi utjecaj različitih karakteristika lica na fiziološke promjene promatrača. Eksperimentalni dio projekta proveden je u kontroliranim školskim uvjetima. Uzorak ispitanika obuhvaća pedeset i jednog dobrovoljca srednjoškolskog uzrasta kojima je, u pravilnim intervalima od 20 sekundi i uz pauze između svake slike, mjeren puls, sistolički i dijastolički krvni tlak te snimana promjena u širini zjenica. Svi ispitanici su prije mjerenja ispunili anketu koja je bila potrebna za bolje razumijevanje uzorka ispitanika. Vizualni podražaji (4 standardizirana lica) generirani su digitalnim alatom *FaceGen*. Za mjerenje promjena u širini zjenica ispitanika korišten je alat *mEye.* Rezultati istraživanja pokazali su da biometrija lica zaista utječe na fiziološke promjene ispitanika koji ga promatra. Najviše mijenjanjem širine zjenica, dok je promjena krvnog tlaka sporija i pod većim utjecajem općeg fiziološkog stanja. Intenzitet fizioloških reakcija ispitanika većinom se mijenja sukladno s promjenom prikazivanog lica određenih biometrijskih karakteristika, ali je i pod utjecajem drugih (često unutarnjih) čimbenika, poput nervoze. Najvažniji zaključak projekta je da se način na koji ljudi percipiraju i reagiraju na različita lica ne manifestira samo psihološki već i fiziološki, konkretno u obliku promjene širine zjenica i promjene tlaka. Dobiveni rezultati mogu pridonijeti boljem razumijevanju ljudskog tijela i njegove povezanosti s umom te objašnjavanju pojedinih međuljudskih odnosa.

Ključne riječi: *biometrija lica; dilatacija zjenica; autonomni živčani sustav; fiziološke reakcije; privlačnost*

UVOD

Ljudsko tijelo stvara mišljenje o drugima već prije nego što to sami uspijemo osvijestiti. Mozak automatski i instinktivno analizira specifične značajke lica, koje potom povezuje s određenim osobinama ličnosti (Bruce i Young, 1986), dok se evolucijska privlačnost primarno interpretira kao izravan biološki signal općeg zdravlja i visoke genetske kvalitete jedinke (Darwin, 2008). Tako su Fink i Penton-Voak (2002) dokazali da su izražene crte lica, poput snažne vilice, povezane s višom razinom testosterona u tijelu.

Biometrijski podaci lica predstavljaju digitalno obrađene informacije o fizičkim karakteristikama koje omogućuju jedinstvenu identifikaciju osobe ili analizu njezinih reakcija. U ovome se istraživanju biometrija lica specifično koristi za kreiranje standardiziranih vizualnih podražaja (slika 1) s parametrima atraktivnosti koji su utemeljeni na proučenoj literaturi, kao što su bilateralna simetrija i pravilni proporcijski omjeri. Praćenjem tjelesnih reakcija na navedene vizualne podražaje nastoji se bolje razumjeti kako privlačna lica utječu na ljudski autonomni živčani sustav, odnosno na njegove reakcije koje nisu pod svjesnom kontrolom pojedinca.

Unutar navedenog sustava, širenje i skupljanje zjenica predstavlja relevantan fiziološki pokazatelj jer izravno prikazuju automatsku i nesvjesnu reakciju organizma povezanu s afektivnom aktivacijom (Janisse, 1974). Promjene u širini zjenica nastaju pod izravnim utjecajem simpatičkog dijela autonomnog živčanog sustava i nisu pod svjesnom kontrolom ispitanika, zbog čega se smatraju pouzdanim indikatorom emocionalne i kognitivne pobuđenosti.

Autori zadržavaju autorska prava te časopisu daju pravo prvog objavljivanja rada u skladu s licencijom CC BY 4.0, koja dopušta drugima dijeljenje rada uz navođenje autorstva i izvornog mjesta objavljivanja rada u časopisu.



Slika 1 Gradacija pouzdanosti lica
Izvor: Todorov i Oh, 2021 / https://www.sciencedirect.com/science/chapter/bookseries/abs/pii/S0065260120300290

Teorijska podloga ovog istraživanja temelji se na spoznajama iz evolucijske psihologije, kognitivne neuroznanosti i biologije. Polazi se od teorija koje objašnjavaju brzu i nesvjesnu analizu ljudskih lica. Model obrade lica autora Brucea i Younga (1986) opisuje kako se ta prva analiza odvija u vremenu kraćem od 200 milisekundi. S druge strane, uloga autonomnog živčanog sustava promatra se kroz ideju da se nesvjesne emocionalne i misaone reakcije mogu objektivno mjeriti. Za to se koriste fiziološki pokazatelji kao što su krvni tlak, brzina otkucaja srca i širenje zjenica (Tokić, 2016).

Prema evolucijskoj teoriji (Little i sur., 2011), privlačna lica znak su zdravlja i dobre genetske kvalitete. Ona automatski potiču pažnju i aktiviraju centre za nagradu u mozgu, što opravdava korištenje biometrijskih mjera za procjenu privlačnosti. Primjerice, Tokić (2016) koristi mjerenje rada srca kao pokazatelj rada autonomnog živčanog sustava. Fizička privlačnost se može znanstveno dokazati, ali ona ima i važnu ulogu u svakodnevnom životu. Ljudi koji se smatraju privlačnijima često lakše dobivaju pomoć, uspješniji su na poslu i jednostavnije se uklapaju u društvo.

Dosadašnja istraživanja pokazuju da određene crte lica spontano šalju poruke o nečijoj osobnosti i privlačnosti (Little i sur., 2011). Ipak, u postojećoj literaturi još uvijek nedostaju točna i objektivna mjerenja izravnih reakcija tijela na takve slike. Problem kojim se ovaj rad bavi upravo je taj nedostatak opipljivih, tjelesnih pokazatelja u objašnjavanju nesvjesnog doživljaja ljepote. Motivacija za odabir ove teme proizlazi iz želje da se znanstvenim putem dokaže koliko je biometrijska analiza važna u svakodnevnom životu, umjesto da se samo ponavljaju već poznate činjenice.

Svrha ovog istraživanja je ispitati kako biometrijske karakteristike generiranih lica utječu na nesvjesne fiziološke reakcije ispitanika i analizirati povezanost vizualne socijalne percepcije s autonomnim tjelesnim odgovorima. Tako bi se prepoznala nesvjesna selekcija koju ljudski mozak obavlja prije svjesnog formiranja stava. Pronalaženje karakteristika koje dokazano povećavaju atraktivnost osobe i analiziranje utjecaja koje mogu imati na druge ljude. Može imati primjenu u kozmetičkoj industriji i dobrobiti za same kupce. Prepoznavanjem i pronalaženjem “savršene” biometrije lica (učenjem kako ju što preciznije replicirati) kozmetički proizvodi dobivaju na učinkovitosti i isplativosti. Istraživanjem fizioloških reakcija na biometrijske indikatore može se pospješiti nečija šansa za učinkovitije ispunjavanje profesionalnih potencijala. Dosadašnja istraživanja pokazuju da određene facijalne značajke nesvjesno signaliziraju osobnost i privlačnost (Little et al., 2011). Međutim, nedostaju objektivna mjerenja reakcija tijela. U kontekstu ovog istraživanja, dilatacija zjenica promatra se kao objektivan pokazatelj nesvjesne selekcije i procjene lica prije svjesnog formiranja stava. Uz dilataciju zjenica, istodobno se prate promjene brzine otkucaja srca i krvnog tlaka kao pokazatelji aktivacije autonomnog živčanog sustava te smjera i trajanja pogleda kao indikatori razine pažnje.

Razumijevanje ovih mehanizama i primjena idealnih mjera lica mogu imati veliku u kozmetičkoj industriji gdje se, primjerice, može izravno primijeniti kako bi proizvodima rasla iskoristivost, kao i u

komunikaciji radi poboljšanja poslovnih mogućnosti pojedinca. U skladu s tim, predmet istraživanja su promjene u radu autonomnog živčanog sustava.

Cilj istraživanja bio je mjerenjem krvnog tlaka, pulsa i dilatacije zjenica utvrditi utjecaj karakteristika lica na fiziološke promjene kod ljudi.

Naše hipoteze su sljedeće:
H1 – Fiziološke reakcije (puls, krvni tlak, dilatacija zjenica) ispitanika na predočena lica bit će intenzivnija onda kad su im predočena atraktivnija lica tj. lica s karakteristikama povezanim uz pozitivne osobine;
H2 – Izlaganje nepouzdanim licima će povisiti sistolički tlak i ubrzati puls;
H3 – Dilatacija zjenica veća je kod lica s pozitivno ocijenjenim biometrijskim karakteristikama.

Atraktivnost lica (slika 2) je mjerljiva i znanstveno dokazana karakteristika (varijabla) kojom se može upravljati (Bashour, 2006). Zato su kod dokazivanja ovih hipoteza zavisne varijable – fiziološke reakcije ispitanika: promjena sistoličkog i dijastoličkog srčanog tlaka, brzina otkucaja srca i dilatacija zjenice. Nezavisne varijable su slike lica prikazane s osobinama koje su iskazane biometrijskim karakteristikama. Ta lica na sebi imaju točno određene privlačne ili neprivlačne karakteristike, a izrađena su u programu FaceGen (Bashour, 2006). Kontrolno mjerenje čine fiziološke vrijednosti ispitanika mjerene za vrijeme gledanja u prazan, crni ekran, prikazan prije prikazivanja vizualnog podražaja digitalno izrađenih fotografija lica.

METODE RADA

Istraživanje je osmišljeno kao eksperimentalno istraživanje u kojem se, u kontroliranim uvjetima, ispituju fiziološke reakcije ispitanika na standardizirane računalno generirane vizualne podražaje ljudskih lica s unaprijed definiranim varijacijama facijalnih karakteristika. Lica su oblikovana tako da se sustavno mijenjaju znanstveno definirane značajke privlačnosti, kao što su simetrija lica, izraženost vilice, položaj jagodica i proporcije lica (slika 1 i 2).

Uvjeti istraživanja

Eksperiment je proveden u praznoj školskoj učionici, izoliranoj od vanjskih utjecaja. Mjerenja su se odvijala u mirnom prostoru s konstantnom temperaturom od 25 °C i s jednoličnim, osvjetljenjem, bez prisutnosti buke i drugih ometajućih podražaja. Mjerenja su se provodila pojedinačno za svakog sudionika. Mjerenje, tlaka, pulsa i širina zjenica bilježe se dok ispitanici gledaju pripremljene slike (slika 3).

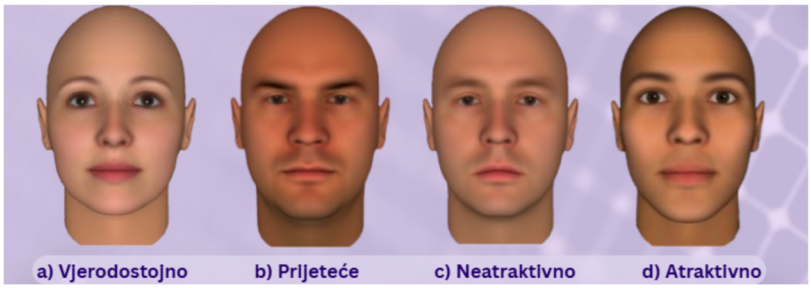
Uzorak

Uzorak u ovome istraživanju činio je 51 dobrovoljni ispitanik srednjoškolske dobi, u rasponu od 15 do 18 godina. Unutar formiranog uzorka sudjelovalo je 25 ispitanica ženskog spola i 26 ispitanika muškog spola. Svi sudionici su prije početka eksperimentalnog postupka pažljivo informirani o općim ciljevima te su dobrovoljno ispunili i potpisali odobreni obrazac informiranog pristanka i privole za anonimno sudjelovanje te obradu prikupljenih podataka.

Postupak istraživanja

Cjelokupno istraživanje strukturirano je i realizirano kroz tri uzastopne faze. U radu je primijenjena eksperimentalna psihofiziološka metoda u kojoj izlaganje podražajima služi kao nezavisna varijabla, dok se popratne somatske reakcije bilježe kao zavisne varijable, što je metodološki usklađeno s ranijim istraživanjima u ovome znanstvenom području (Cacioppo i Tassinary, 1990).

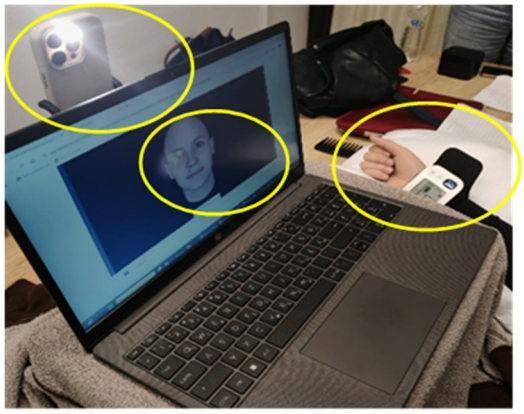
Prva faza istraživanja obuhvaća određivanje i biranje vizualnih podražaja, provjeru ispravnosti svih mjernih uređaja i upoznavanje s digitalnim alatima. U radu se primjenjuje psihofiziološka metoda u kojoj se ispitanici u kontroliranim uvjetima izlažu standardiziranim slikama, dok se istovremeno bilježe njihove tjelesne reakcije (Cacioppo i Tassinary, 1990). Prikazana lica podijeljena su u kategorije prema privlačnosti, dok su svi ostali detalji na slikama potpuno ujednačeni (slika 2).



Slika 2 Slike lica s biometrijskim karakteristikama (od a do d) korištene u eksperimentu

Druga faza rada odnosila se na samo provođenje pokusa i prikupljanje podataka. Slike lica ispitanicima su prikazivane na ekranu prijenosnog računala MacBook Air 13. Svi su ispitanici gledali slike s jednake udaljenosti, 35 cm od ekrana, a svaka je slika bila prikazana na 20 sekundi. Između slika određeno je vrijeme odmaranja od 5 sekundi, tijekom kojih su ispitanici ponovno gledali u prazan crni ekran. Kratke pauze omogućile su da se fiziološke vrijednosti ispitanika vrate na bazične.

Tijekom izlaganja vizualnom podražaju, bile su stalno praćene i bilježene tjelesne reakcije ispitanika. Fiziološki podaci, koji uključuju gornji (sistolički) i donji (dijastolički) krvni tlak te puls (broj otkucaja srca u minuti), mjereni su digitalnim tlakomjerom marke Omron. U isto vrijeme, promjene u širini zjenica (širenje i skupljanje) bile su praćene pomoću računalnog programa *mEye*.



Slika 3 Postav provedbe eksperimenta

Tablica 1 Obrazac za bilježenje mjerenih parametara tijekom istraživanja

Interval	Tlak (mmHg)	Broj otkucaja srca (b/min)	Širenje zjenice (%)	Fiksacija pogleda na određeni dio lica
Kontrola (crni ekran)				
Prva slika (mjerenje 20 sekundi)				
Pauza (5 sekundi)				
Druga slika (mjerenje 20 sekundi)				

Treća faza istraživanja obuhvaćala je pripremu, organizaciju i statističku obradu prikupljenih podataka u programu Microsoft Excel. Svi zabilježeni podaci pripremljeni su za daljnju analizu unutar tog

programa pomoću osnovnih statističkih mjera. Kako bi se lakše prikazala glavna obilježja prikupljenih podataka, iskorištena je i deskriptivna statistička analiza.

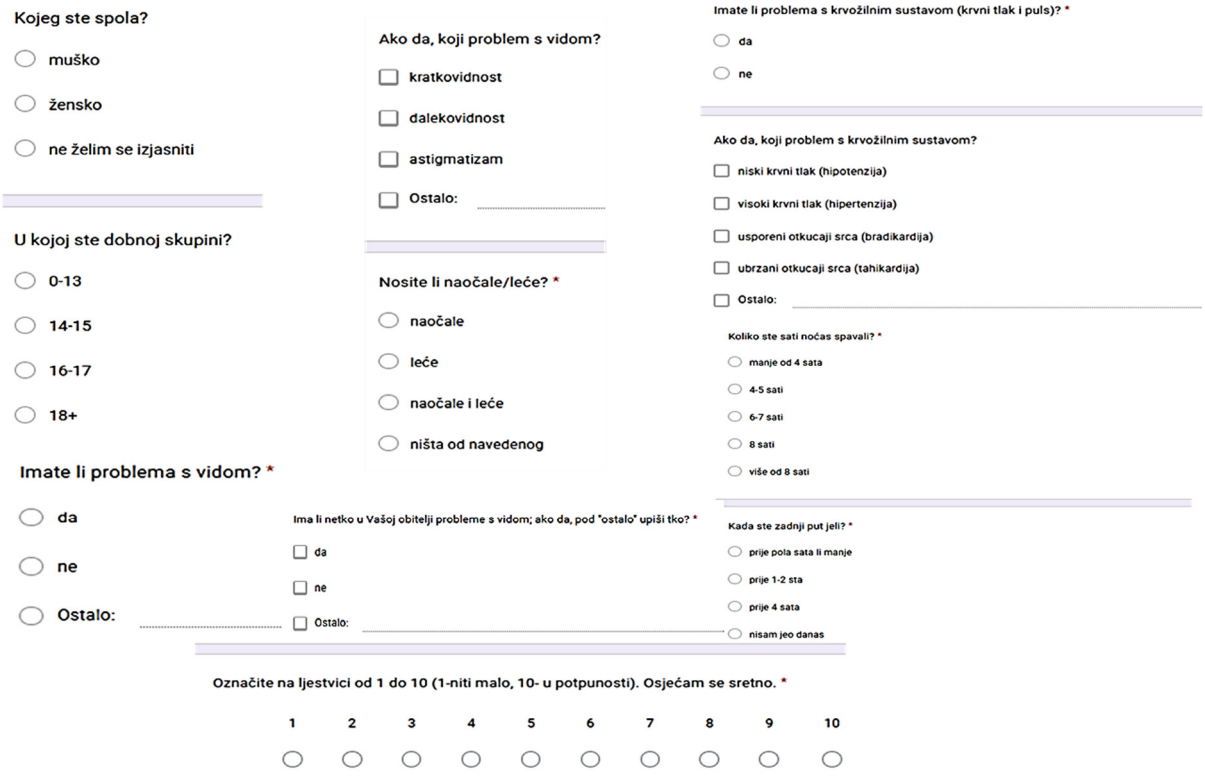
U sklopu analize za sve mjerene tjelesne reakcije (krvni tlak, puls i širinu zjenice) uspoređivane su vrijednosti mjerenja s podatcima iz ankete. Konačna analiza rezultata napravljena je izravnom usporedbom i utvrđivanjem razlika u jačini reakcija ispitanika na različite skupine prikazanih lica.

Ovim se postupkom u konačnici omogućuje precizno mjerenje i pouzdana usporedba fizioloških reakcija ispitanika na različite kategorije vizualnih podražaja.

REZULTATI

Demografska struktura i emocionalni status ispitanika

Prije samog provođenja mjerenja, anketnim upitnikom prikupljeni su podaci o dobi, spolu, zdravstvenom stanju i životnim navikama ispitanika (slika 4). To je učinjeno kako bi se objasnila moguća odstupanja pri mjerenju koja su mogla utjecati na rad autonomnog živčanog sustava ispitanika (slika 5).



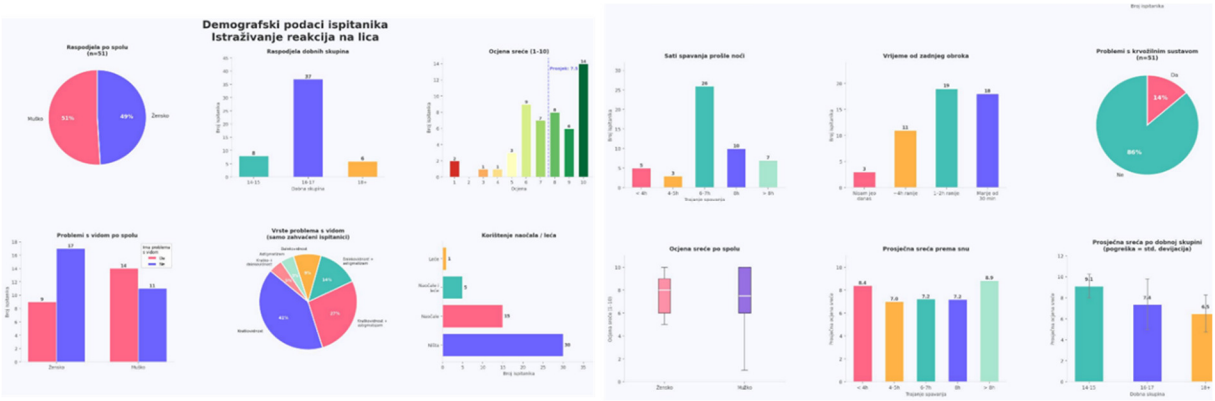
Slika 4 Pitanja u anketnom upitniku

Izvor: https://docs.google.com/forms/d/1B-d3aoVtKVbMWzbbnEUoYYgpc6TDw98C6JKDRGq0hds/edit?ts=6995c432

U uzorku je vidljiva ravnoteža između spolova, s 51 % sudionika muškog spola i 49 % ženskog spola. S obzirom na dob, skupina je prilično ujednačena. Svi ispitanici su srednjoškolske dobi, većina (37 ispitanika) ima 16 ili 17 godina, dok je manji broj onih od 14 do 15 godina (8 ispitanika) i 18 do 19 godina (6 ispitanika).

Osobna procjena sreće, koja se mjerila na ljestvici od 1 do 10, pokazuje da su ispitanici općenito u dobrom emocionalnom stanju, s visokim prosjekom od 7,8. Analiza odgovora otkriva da je najčešća ocjena bila čista desetka, koju je izabralo čak 14 ispitanika. Ispitanici unutar najmlađe skupine (14–15

godina) češće su označavali da su sretniji, dok su oni u starijim dobnim skupinama češće označavali niže vrijednosti subjektivne procjene sreće.



Slika 5 Rezultati ankete provedene prije svakog testiranja u svrhu utvrđivanja karakteristika uzorka

Budući da se metodologija istraživanja oslanja na vizualnu stimulaciju i precizno mjerenje promjena u širini zjenica, status vida ispitanika predstavljao je moguće značajnu varijablu. Rezultati pokazuju gotovo podjednaku distribuciju; 49 % ispitanika navodi određene poteškoće s vidom, dok ih 51 % nema. Među ispitanicima s poteškoćama dominira kratkovidnost (41 %) te kombinacija kratkovidnosti i astigmatizma (27 %). Unatoč tome, većina uzorka (30 ispitanika) ne koristi pomagala tijekom uobičajenih aktivnosti, dok se ostatak služi naočalama (15 ispitanika) ili kontaktnim lećama (5 ispitanika).

Kada je riječ o zdravlju krvožilnog sustava, samo je 14 % ispitanika navelo da ima povremene probleme. Ovaj je podatak važan je jer potvrđuje da se dobiveni rezultati mjerenja krvnog tlaka i pulsa tijekom pokusa mogu smatrati izravnom reakcijom na prikazana lica, a ne posljedicom određenih zdravstvenih stanja ispitanika.

Analiza životnih navika: san i prehrana

Čimbenici poput odmora i prehrane analizirani su jer oni mogu izravno utjecati na reakcije autonomnog živčanog sustava. Najveći broj ispitanika (26 osoba) spavao je između 6 i 7 sati, što je uobičajeno za mlade u ovoj dobi. Primijećen je i zanimljiv podatak pri usporedbi duljine sna i emocionalnog stanja. Naime, ispitanici koji su spavali jako kratko (manje od 4 sata) ili jako dugo (više od 8 sati) češće su navodili više ocjene sreće. S druge strane, skupina s umjerenim nedostatkom sna (4 do 5 sati) češće je označavala niže ocjene sreće.

Na kraju, analiza prehrambenih navika pokazuje da je većina ispitanika jela unutar dva sata prije samog testiranja. To je osiguralo stabilno stanje organizma i spriječilo da pad šećera u krvi utječe na promjene u radu srca i širinu zjenica tijekom mjerenja. Svi ovi prikupljeni podaci potvrđuju da je skupina ispitanika stabilna i prikladna za provođenje ovog istraživanja.

Analiza fizioloških mjerenja: odgovori krvožilnog sustava na podražaje

Nakon obrade podataka prikupljenih mjerenjem, utvrđene su promjene u radu srca i krvotoka ispitanika. Rezultati mjerenja sistoličkog tlaka, dijastoličkog tlaka i pulsa daju uvid u pobuđenost autonomnog živčanog sustava u izravnoj ovisnosti o karakteristikama prikazanih lica.

Većina izmjerenih vrijednosti gornjeg (sistoličkog) tlaka nalazila se u očekivanom rasponu od 100 do 140 mmHg. Iako su ti podaci uglavnom bili stabilni, zabilježeni su i nagli skokovi koji pokazuju trenutnu reakciju tijela na pojedinu sliku. Donji (dijastolički) tlak kod svih ispitanika pokazivao je veće promjene

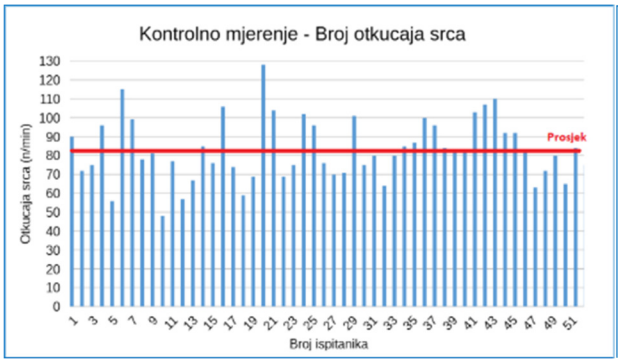
u usporedbi s gornjim tlakom, što pokazuje da je krvotok ispitanika dinamično reagirao na podražaj (različita lica).

Usporedba reakcija prema kategorijama podražaja (slika 2a – 2d)

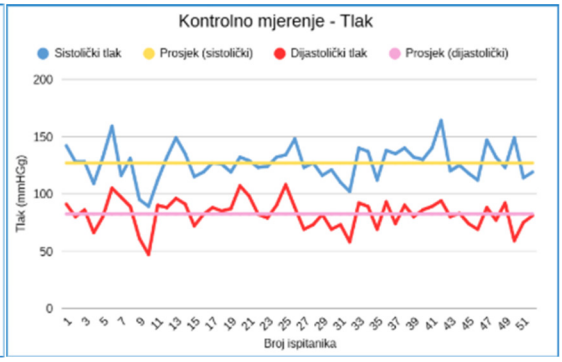
Usporedbom mjerenja dobivenih tijekom provođenja eksperimenta s kontrolnim vrijednostima (stanje mirovanja), uočena je jasna gradacija u intenzitetu fiziološkog odgovora ovisno o biometriji promatranog lica:

1. **Slika 2a (Vjerodostojno lice):** Ova je slika izazvala najjaču tjelesnu reakciju kod svih ispitanika prisutnih u ovom istraživanju. Vrijednosti gornjeg i donjeg tlaka gotovo su stalno bile više od početnih mjerenja te su zabilježile najviše prosječne i vršne rezultate. Zanimljivo je da je puls ispitanika kod ove slike bio malo niži (za 0,25 %) u odnosu na prosjek ostalih slika, što može ukazivati na stanje visoke mentalne usmjerenosti. Velike razlike u reakcijama na ovu sliku pokazuju da su ispitanici na vjerodostojno lice reagirali subjektivnije u odnosu na ostale slike.
2. **Slike 2b i 2c (Prijeteće i neatraktivno lice):** Rezultati za ove dvije skupine vrlo su slični i podaci se često preklapaju. Ove su slike izazvale umjeren i podjednak učinak na autonomni sustav, pa se po jačini reakcije nalaze odmah iza vjerodostojnog lica.
3. **Slika 2d (Atraktivno lice):** Gledanje atraktivnog lica izazvalo je najslabije reakcije srca i krvotoka. Izmjerene vrijednosti bile su najbliže početnim mjerenjima u mirovanju, a zabilježen je i trend niskog donjeg (dijastoličkog) tlaka. To upućuje na zaključak da ovakve karakteristike lica djeluju opuštajuće na krvožilni sustav ispitanika.

Prosjek rezultata mjerenja dijastoličkog tlaka, sistoličkog tlaka i pulsa svih ispitanika pri izlaganju pojedinom vizualnom podražaju prikazan je na slikama u nastavku (slika 6 – slika 16). Izračunat je uzimanjem rezultata mjerenja za svakog ispitanika i podijeljen s brojem ispitanika, na grafovima se tada jasno vidi koliko su vrijednosti mjerenja za svakog pojedinog ispitanika odstupale od prosječne reakcije svih ispitanika na isti podražaj.



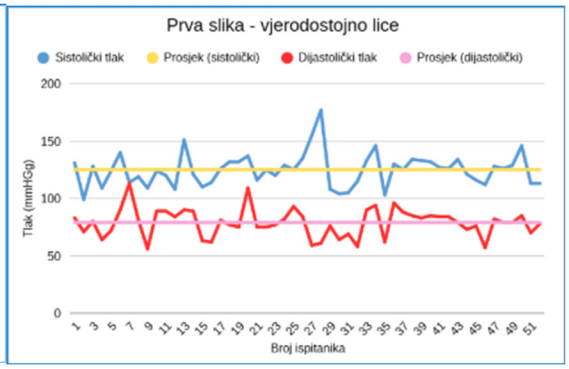
Slika 6 Kontrolno mjerenje pulsa



Slika 7 Kontrolno mjerenje krvnog tlaka

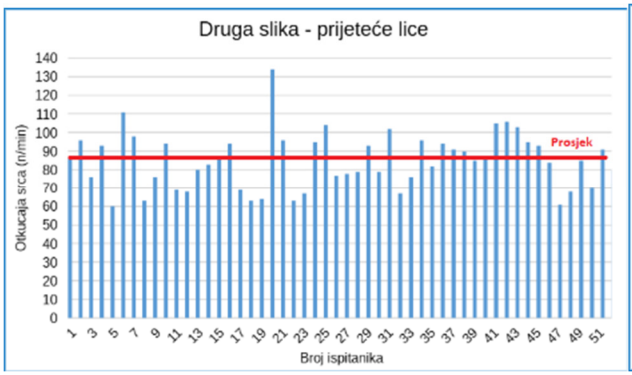


Slika 8 Promjene pulsa pri izlaganju vjerodostojnom licu

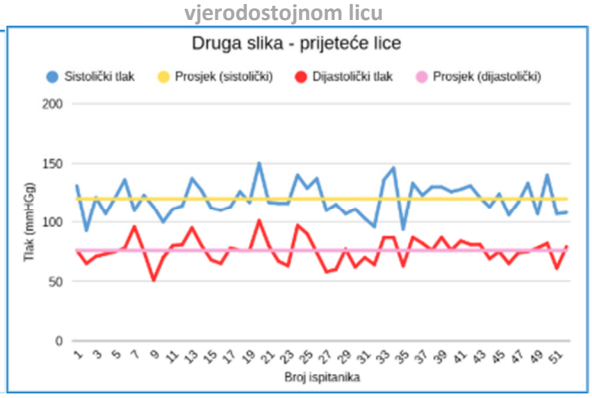


Slika 9 Promjene krvnog tlaka pri izlaganju

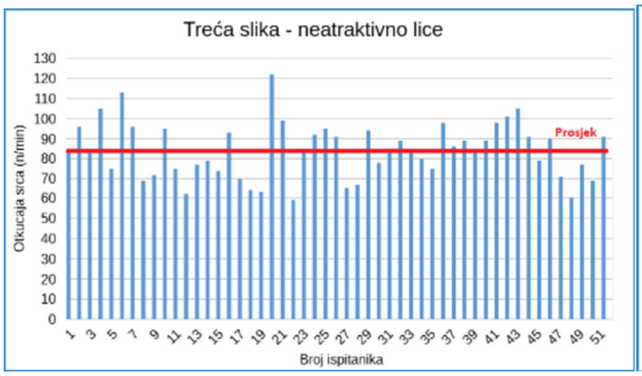
vjerodostojnom licu



Slika 10 Promjene pulsa pri izlaganju prijetećem licu



Slika 11 Promjene krvnog tlaka pri izlaganju prijetećem licu



Slika 12 Promjene pulsa pri izlaganju neatraktivnom licu



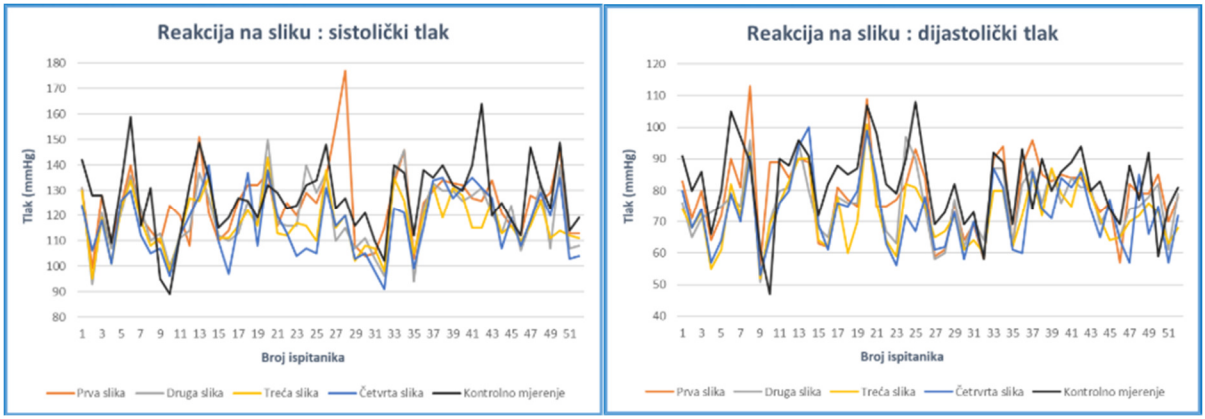
Slika 13 Promjene krvnog tlaka pri izlaganju neatraktivnom licu



Slika 14 Promjene pulsa pri izlaganju atraktivnom licu



Slika 15 Promjene krvnog tlaka pri izlaganju atraktivnom licu



Slika 16 Usporedba sistoličkih i dijastoličkih krvnih tlakova nakon gledanja u Slike lica 2a – 2d, s kontrolnim mjerenjem

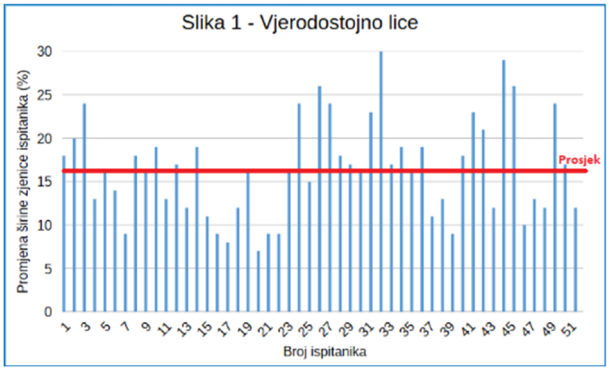
Analiza biometrije oka: dilatacija i konstrikcija zjenica

Ljudski mozak automatski obrađuje pozitivne i negativne podražaje, što se manifestira i kroz širenje ili sužavanje zjenica.

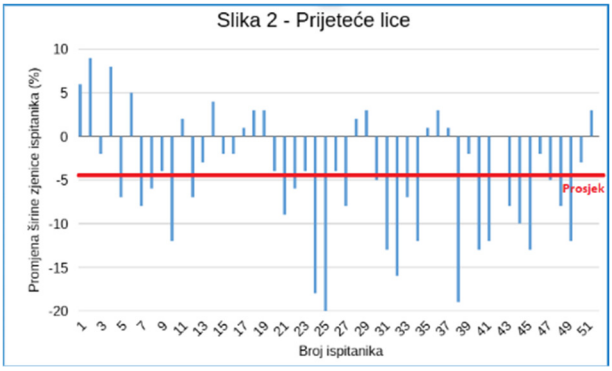
Nakon analize parametara krvožilnog sustava, provedena je obrada podataka dobivenih programom *mEye*, koji prati promjene u promjeru zjenica kao izravan odgovor na emocionalnu valenciju vizualnih podražaja.

Tijekom gledanja četiriju slika (slike 17 2a – 17 2d), promjene na zjenicama izmjerene su programom *mEye*. Taj program automatski mjeri širenje i skupljanje zjenica uz pomoć naprednih sustava umjetne inteligencije. Zahvaljujući tim modelima, program vrlo točno prepoznaje zjenicu oka čak i u nesavršenim uvjetima, kao što su materijali snimljeni HD kamerom (pametni telefon iPhone 16 Pro) umjesto profesionalnom kamerom specijaliziranom za pupilometriju, školska rasvjeta ili odsjaj svjetlosti na oku. Također, u program *mEye* ugrađen je sustav koji sam prepoznaje kada ispitanik trepne. U tom trenutku mjerenje se nakratko zaustavlja kako bi se automatski izbrisali netočni podaci i lažne nule koje nastaju zbog privremenog zatvaranja oka.

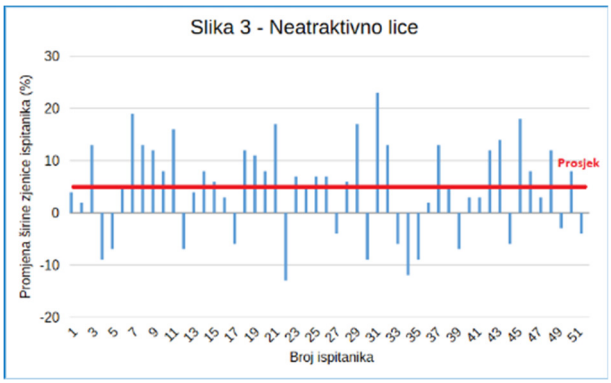
Podaci dobiveni za svakog ispitanika nakon toga su obrađeni računalnim programima u jeziku Python. Na temelju površine zjenice (koja se mjeri programom *mEye* u pikselima), a nakon što su uklonjeni svi treptaji, izračunata je postotna promjena širine zjenice za svaku od četiri slike. Ta je promjena dobivena izravnom usporedbom s početnim stanjem mirovanja sa samog početka mjerenja (slike 17 i 18).



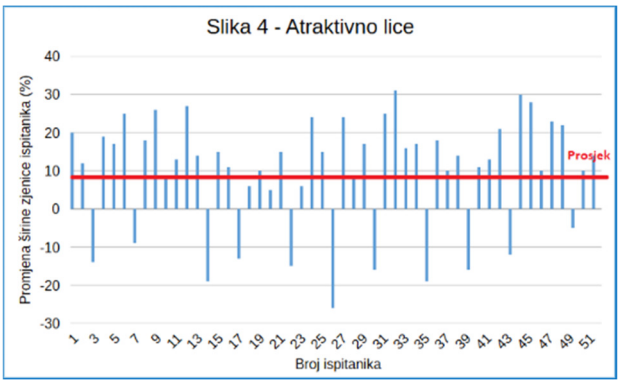
Slika 17 2a (Vjerodostojno lice): Kod svih ispitanika zabilježena je pozitivna reakcija, s prosječnim širenjem zjenica od 16,47 %.



Slika 17 2b (Prijeteće lice): Rezultati redovito prikazuju sužavanje zjenica kod velike većine ispitanika, s prosječnim smanjenjem od -4,51 %.

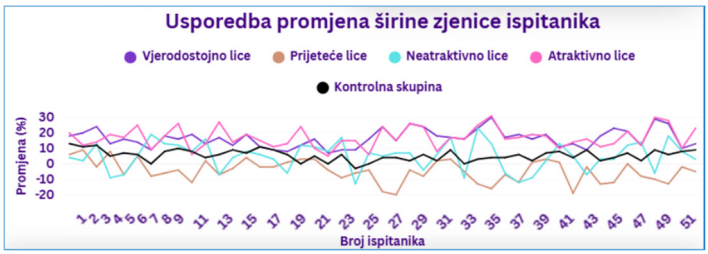


Slika 17 2c (Neatraktivno lice): Ova je skupina podražaja izazvala različite, izmiješane reakcije s puno neutralnih odgovora.



Slika 17 2d (Atraktivno lice): Ovaj je podražaj izazvao najjače, ali istovremeno i najrazličitije reakcije među ispitanicima. Iako je prosječno širenje zjenica iznosilo 9,85 %, zabilježen je širok raspon rezultata — od jakog sužavanja (-25 %) do jakog širenja zjenica (+31 %).

Slika 17 Reakcije zjenice nakon izlaganja vjerodostojnom, prijetećem, neatraktivnom i atraktivnom licu



Slika 18 Vizualni prikaz usporedbe promjene širina zjenica nakon gledanja u slike lica (slike 2a – 2d), s kontrolnim mjerenjem

RASPRAVA

Interpretacija dobivenih rezultata ukazuje na jasnu i mjerljivu poveznicu između karakteristika lica i nesvjesnih reakcija autonomnog živčanog sustava promatrača. Korištenjem kombinacije triju različitih vrsta podataka – mjerenja krvnog tlaka, pulsa te širine zjenica (pupilometrije) pomoću programa *mEye* – potvrđeno je da ljudski organizam provodi brzu i instinktivnu procjenu vizualnih podražaja znatno prije nego što se razvije svjesno mišljenje o nekom licu. Rezultati mjerenja rada srca i krvotoka otkrili su da slike koje šalju signale sigurnosti ili prijetnje izazivaju najburnije reakcije. Vjerodostojno lice (slika 2a) izazvalo je najjači ukupni učinak na povišenje sistoličkog i dijastoličkog tlaka. Ovakav nalaz pokazuje da prepoznavanje povjerenja nije pasivan proces, već stanje visoke mentalne i tjelesne budnosti. Zanimljivo je da je kod ove slike zabilježen blagi pad pulsa (za 0,25 %), što se u psihofiziologiji često tumači kao učinak usmjerene pažnje ili "orijentacijski odgovor", pri čemu tijelo usmjerava energiju na detaljnu analizu društveno važnog signala.

S druge strane, atraktivno lice (slika 2d) izazvalo je najslabije reakcije srca i krvotoka, pri čemu je uočeno da ono djeluje opuštajuće na krvne žile ispitanika. To se podudara s evolucijskim pretpostavkama da estetski ugodne crte lica šalju signal o niskoj razini opasnosti i dobroj genetskoj kvaliteti, što dovodi do smanjenja tjelesnog stresa. Prijeteća i neatraktivna lica (slike 2b i 2c) našla su se u sredini te su izazvala umjerene i međusobno vrlo slične reakcije krvnog tlaka.

Analiza pupilometrije

Rezultati dobiveni programom *mEye* pružaju uvid u emocionalnu obradu podataka. Zjenice su reagirale sukladno principu emocionalne valencije podražaja:

- Vjerodostojnost: Ovaj je čimbenik bio najstabilniji te je kod svih ispitanika uzrokovao značajno širenje zjenica (16,47 %). To potvrđuje da znakovi povjerenja djeluju općenito poticajno na ljudski organizam. Ovako visok i ujednačen postotak širenja pokazuje da osjećaj povjerenja i vjerodostojnosti ima vrlo snažan i poticajan utjecaj na rad autonomnog živčanog sustava.
- Neatraktivnost: Može se uočiti da neatraktivno lice potiče tek početnu, uobičajenu razinu pažnje i interesa bez nekog posebnog emocionalnog naboja. Zbog toga ono može služiti kao vrsta polazne točke i temelja za usporedbu s ostalim prikazanim licima.
- Atraktivnost je izazvala najrazličitije reakcije (raspon od -25 % do +31 %). Iako je prosjek pozitivan (9,85 %), primjetljiva varijabilnost pokazuje da je privlačnost prilično subjektivan faktor, podložan individualnim preferencijama promatrača. Ovako velike razlike pokazuju da je doživljaj privlačnosti podložan snažnom osobnom i individualnom utjecaju svakog pojedinca, za razliku od općeg i ujednačenog doživljaja vjerodostojnosti i povjerenja.
- Prijetnja je dovela do sustavnog sužavanja zjenica (-4,51 %). Ovaj rezultat je bitan jer potvrđuje obrambenu reakciju; sužavanje zjenica u ovom kontekstu služi kao fiziološki mehanizam koji otkriva averziju prema neugodnom ili prijetećem podražaju. Ovakav nalaz ukazuje na automatsku

obrambenu reakciju organizma i pojačan oprez, odnosno odbojnost (averziju) kao izravan odgovor na prijeteći izgled lica.

Korelacija emocionalne valencije i fiziološkog odgovora

Dobiveni podaci potvrđuju da slike koje potiču ugodne osjećaje (vjerodostojnost i privlačnost) dovode do širenja zjenica, dok neugodni podražaji (prijetnja) uzrokuju njihovo sužavanje. Zanimljivo je uočiti suprotnost u odnosu na prethodna mjerenja: dok je prva slika (vjerodostojno lice) izazvala najviši krvni tlak i najstabilnije širenje zjenica, četvrta slika (atraktivno lice) imala je potpuno drugačiji učinak. Ona je izazvala najslabiju reakciju na krvnom tlaku, ali je istovremeno pokrenula najburnije i najrazličitije promjene u širini zjenica kod ispitanika.

Rezultati slike usporedbe promjene širina zjenica nakon izloženosti vizualnim podražajima i kontrolnim mjerenjem (slika 18) podupiru hipotezu o nesvjesnoj i automatskoj obradi vizualnih signala, pri čemu zjenice služe kao pouzdan indikator emocionalnog stanja koji nije pod svjesnom kontrolom ispitanika.

Utjecaj životnih navika i demografskih faktora

Podaci prikupljeni anketom poslužili su kao potreban kontekst za razumijevanje odstupanja u mjerenjima. Iako je 49 % ispitanika prijavilo blage probleme s vidom (primarno kratkovidnost i astigmatizam), dosljednost u mjerenjima zjenica pokazuje da su reakcije ispitanika na podražaje instinktivne i neovisne o njihovoj oštrini vida. Homogenost uzorka (većina ispitanika je dobi od 16 do 17 godina) osigurala je stabilnost trendova, dok su specifični nalazi kod ankete o snu – gdje su ispitanici s značajnijim manjkom ili viškom sna prijavili najvišu razinu sreće – mogli pridonijeti vršnim vrijednostima zabilježenim kod emocionalno intenzivnijih slika (atraktivnost i povjerenje).

Sinteza i zaključna razmatranja rasprave

Usporedba svih praćenih vrijednosti ukazuje na to da promjene u radu srca i krvotoka (krvni tlak) mogu biti pokazatelji mentalnog napora ili procjene sigurnosti. Također vidimo da se mjerenje širine zjenica (pupilometrija) pokazalo kao točnije mjerilo za uspoređivanje načina na koji ljudi percipiraju različita lica zbog brzine u promjeni širine s obzirom da sam mozak o podražaju formira stav u djeliću sekunde.

Suprotnost između prve slike (visok tlak, stabilno širenje zjenica) i četvrte slike (nizak tlak, vrlo različite promjene na zjenicama) pokazuje da ljudski mozak na drugačije načine prepoznaje te obrađuje povjerljivost i ljepotu. Dok prepoznavanje povjerenja zahtijeva pokretanje tjelesnih sustava i detaljnu analizu, ljepota djeluje poput nagrade koja opušta i umiruje krvožilni sustav, istovremeno potičući centre za obradu osjećaja u mozgu.

ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja i analize prikupljenih podataka, izvedeni su sljedeći ključni zaključci:

- Lica s pozitivnim karakteristikama uzrokuju jače širenje zjenica, te postižu krajnje (najviše i najniže) vrijednosti rezultata mjerenja za krvni tlak i puls.
- Izloženost podražaju prijetećeg lica ispitanicima ne povisuje značajno sistolički tlak i puls u odnosu na ostala lica.
- Širenje zjenica ispitanika je intenzivnije dok su izloženi licima s biometrijskim karakteristikama koje su socijalno pozitivno percipirane.
- Neatraktivno lice ne potiče značajne promjene u radu srca, krvotoka i širini zjenica jer mozak takav podražaj ne prepoznaje, to jest ne obrađuje kao posebno važnog.

- Kontrolno mjerenje kod većine sudionika pokazuje najviše vrijednosti gornjeg krvnog tlaka, što se može pripisati blagoj nervozi ili usmjerenosti pažnje na samom početku pokusa.
- Utjecaj crta lica na promatrača ne očituje se samo na psihološkoj već i na fiziološkoj razini, pri čemu su promjene u širini zjenica brze i izravne, dok je prilagodba krvnog tlaka sporija i podložnija općem trenutnom stanju organizma.

ZAHVALA

Zahvaljujemo našoj mentorici Vesni Dobronić na uloženoj potpori, vodstvu i strpljenju. Također se toplo zahvaljujemo svim kolegama i prijateljima (nekim novostečenim) koji su pristali prisustvovati u našem istraživanju, koje bez njih nebi bilo moguće ostvariti.

LITERATURA

Bashour M. 2006. An objective system for measuring facial attractiveness. Plastic and Reconstructive Surgery 118(3): 757–774.

Bruce V., Young A. 1986. Understanding face recognition. British Journal of Psychology 77 (3): 305–327.

Cacioppo J. T., Tassinary L. G. 1990. Principles of psychophysiology: physical, social, and inferential elements. Cambridge University Press.

Darwin C. 2008. Postanak vrsta prirodnim odabirom ili Očuvanje povlaštenih rasa u borbi za život. Školska knjiga, Zagreb.

Fink B., Penton-Voak I. 2002. Evolutionary psychology of facial attractiveness. Current Directions in Psychological Science 11(5): 154–158.

Janisse M. P. 1974. Pupil size, affect and exposure frequency. Social Behavior and Personality: an International Journal 2(2): 125–146.

Little A. C., Jones B. C., DeBruine L. M. 2011. Facial attractiveness: evolutionary based research. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 366(1571) : 1638–1659.

Todorov A., Oh D. 2021. The structure and perceptual basis of social judgments from faces. Advances in Experimental Social Psychology 63: 189–245.

Tokić A. 2016. Parametri varijabiliteta srčane aktivnosti kao pokazatelji funkcioniranja autonomnog živčanog sustava. Medica Jadertina 46(3–4): 73–84.