

Utjecaj uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa

Gašparić, Josipa

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:158:841602>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad
Utjecaj uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa

Josipa Gašparić

Zagreb, rujan 2023.

Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad
Utjecaj uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa

Josipa Gašparić

Izv. prof. dr. sc. Ana Bonetti

Zagreb, rujan 2023.

Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam napisao/napisala rad „*Utjecaj uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa*“ i da sam njegov autor/autorica.

Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime: Josipa Gašparić

Mjesto i datum: Zagreb, rujan 2023.

ZAHVALE

Zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Bonetti koja me svojim savjetima usmjeravala u izradi ovog diplomskog rada.

Također, veliko hvala mojoj obitelji i svim bliskim ljudima koji su mi uljepšali studentske dane te pružili podršku, oslonac i motivaciju.

Hvala vam!

Utjecaj uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa

Josipa Gašparić

Izv. prof. dr. sc. Ana Bonetti

Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Odsjek za logopediju

SAŽETAK RADA:

Krajem 2019. godine svijet se susreo s još neznanom zaraznom bolesti, uzrokovanu koronavirusom, čiji je ubrzani način širenja zahtijevao uvođenje novih mjera prevencije. Jedna od predloženih mjera bile su zaštitne maske čija je uporaba postala obavezna. Zaštitne maske, uz svoje učinkovito djelovanje u usporavanju širenja virusa, imaju utjecaj i na ljudski glas. Glas je nešto svojstveno svakom pojedincu i ima važnu ulogu u svakodnevnom životu s obzirom na to da se pomoću glasa prenose govorne poruke. Uporabom maski uočene su promjene u kvaliteti glasa iskazane promjenama u akustičkim, perceptivnim i aerodinamičkim parametrima. Zabilježene su i samopercipirane promjene kod pojedinaca u vidu pojačanog vokalnog zamora i vokalnog napora. Također, vidljive su razlike u parametrima s obzirom na vrstu zaštitne maske i prisutnost prethodnih teškoća s glasom. Cilj ovog preglednog rada je dati prikaz recentnih istraživanja o utjecaju uporabe zaštitnih maski na kvalitetu glasa. Detaljnije će biti opisano djelovanje maski na akustičke, perceptivne i aerodinamičke parametre te samoprocjenu glasa. Navedeni će biti i mogući rizični čimbenici koji mogu dovesti do teškoća s glasom i savjeti za očuvanje vokalnog zdravlja.

Ključne riječi: kvaliteta glasa, zaštitne maske, poremećaji glasa, pandemija koronavirusa

Effects of Wearing Protective Face Masks on Quality of Voice

Josipa Gašparić

Assoc. Prof. Ana Bonetti, PhD

University of Zagreb, Faculty of Educational and Rehabilitational Sciences, Department of Speech and Language Pathology

ABSTRACT:

In late 2019, the world faced a novel infectious disease caused by the coronavirus. Due to its rapid spread, new preventative measures were introduced, including the mandatory use of protective facemasks. While these masks are effective in slowing the spread of the virus, they also have an impact on the human voice. The voice is unique to each individual and plays a vital role in everyday communication. With the use of masks, changes in voice quality have been observed, including alterations in acoustic, perceptual, and aerodynamic parameters. Individuals have reported increased vocal fatigue and effort, and these changes vary depending on the type of mask used and any previous voice disorders. This review paper aims to provide an overview of recent research on the impact of protective facemasks on voice quality. It will describe the effects of masks on acoustic, perceptual, and aerodynamic parameters, as well as self-assessment of the voice. Additionally, potential risk factors for voice problems and advice for maintaining vocal health will be discussed.

Keywords: voice quality, protective facemasks, voice disorders, coronavirus pandemic

Sadržaj

1. UVOD	1
2. PANDEMIJA KORONAVIRUSA.....	2
2.1. SARS-CoV-2 virus – definicija i način prijenosa.....	2
2.2. Simptomatologija SARS-CoV-2 virusa.....	2
2.3. Načini prevencije zaraze SARS-CoV-2 virusom.....	3
3. ZAŠTITNE MASKE.....	4
3.1. Uporaba zaštitnih maski u prošlosti	4
3.2. Uporaba i učinkovitost zaštitnih maski	4
3.3. Vrste zaštitnih maski.....	5
3.4. Utjecaj zaštitnih maski na pojedinca	7
4. GLAS I KVALITETA GLASA	8
4.1. Definicija i obilježja glasa.....	8
4.2. Kvaliteta glasa	10
4.3. Procjena glasa.....	10
4.4. Poremećaji glasa.....	12
5. UTJECAJ UPORABE ZAŠTITNIH MASKI NA KVALITETU GLASA	14
5.1. Istraživanja usmjerena na utjecaj zaštitnih maski na perceptivne, akustičke i aerodinamičke parametre glasa.....	14
5.2. Istraživanja usmjerena na samoprocjenu pojedinca o teškoćama s glasom uslijed uporabe zaštitnih maski.....	22
5.3. Utjecaj vrste maske na parametre glasa.....	25
5.4. Utjecaj zaštitnih maski na glas osoba s postojećim poremećajima glasa	27
5.5. Utjecaj zaštitne maske na usmjerenost glasa.....	29
6. UTJECAJ ZAŠTITNIH MASKI NA PROCJENU GLASA	30
7. RIZIČNI ČIMBENICI KOJI MOGU DOVESTI DO POREMEĆAJA GLASA.....	31
8. OČUVANJE VOKALNOG ZDRAVLJA.....	34
9. ZAKLJUČAK	38
10. LITERATURA	39

1. UVOD

Krajem 2019. svijet je obišla vijest o pojavi nove, zarazne bolesti koronavirusa (COVID-19), uzrokovane SARS-CoV-2 virusom (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2020) s kakvom se javnost do sada nije susretala i čiji su načini širenja, prevencije i liječenja te same posljedice koje ostavlja na pojedinca još trebale biti istražene. U novonastaloj situaciji, uloženi su naponi kako bi se čim prije došlo do spoznaja o virusu te načinima na koji se može spriječiti ili usporiti širenje zaraze. S obzirom na način prijenosa, govorom, disanjem, kihanjem i/ili kašljanjem (WHO, 2020), zaštitne maske imale su važnu ulogu te su predložene kao jedna od mjera u borbi protiv transmisije virusa (Gama i sur., 2022). Osim što su dovele do promjene u gotovo svim aspektima ljudskog djelovanja (Marler i Ditton, 2021; Kisielinski i sur., 2021), primjetno su utjecale na govorenu komunikaciju i glas pojedinca (Nguyen i sur., 2021). Istraživanja ističu promjene na gotovo svim sastavnicama glasa, od perceptivnih (Nguyen i sur., 2021) preko akustičkih (Goldin i sur., 2020) pa sve do aerodinamičkih (Lin i sur., 2022). Također, pojedinci su i sami postali svjesni utjecaja koji zaštitne maske imaju na njihov glas i mogućih negativnih posljedica uporabe istih (Shekaraiah i Suresh, 2021).

Cilj ovog diplomskog rada je dati prikaz objavljenih istraživanja o utjecaju uporabe zaštitnih maski na akustičke, perceptivne i aerodinamičke parametre glasa kod osoba koje nisu imale prethodnih teškoća s glasom te onih koji u svojoj anamnezi imaju teškoće ili poremećaj glasa. Rad će prikazati i istraživanja o samoprocjeni pojedinaca o promjenama koje primjećuju u glasu uslijed nošenja maski. Također, osvrnuti će se i na procjenu glasa u pandemijskom razdoblju kao i rizične čimbenike koji mogu dovesti do razvoja poremećaja glasa, ali i savjete kojima se može umanjiti ili spriječiti rizik od pojave teškoća s glasom.

2. PANDEMIJA KORONAVIRUSA

2.1. SARS-CoV-2 virus – definicija i način prijenosa

U prosincu 2019. godine pojavili su se pojedinačni slučajevi pneumonije neobjašnjivog uzroka kod skupine ljudi u gradu Wuhanu, Kina, te su se svi slučajevi zaraze povezivali s tržnicom morske hrane (Zhu i sur., 2020). Navedeni slučajevi privukli su pažnju Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO, 2020) te je zbog zabrinutosti o rapidnom širenju i jačini simptoma 11. ožujka 2020. godine proglašena pandemija. Novi virus, SARS-CoV-2 (teški akutni respiratorni sindrom koronavirusa 2) novi je soj koji pripada velikoj obitelji koronavirusa, virusa koji mogu cirkulirati i među ljudima i među životinjama, te uzrokuje bolest koronavirusa (COVID-19) (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2020). Do prijenosa virusa dolazi izravnim kontaktom (Cook, 2020) ili za vrijeme kašljanja, kihanja, govorenja, pjevanja ili disanja tijekom čega se ispuštaju čestice iz usta zaražene osobe koje mogu varirati od većih respiratornih kapljica ili manjeg aerosola (WHO, 2020). Aerosol predstavlja suspenziju čestica u plinu (Milton, 2020). Čestice koje se oslobađaju tijekom navedenih aktivnosti nisu nužno vidljive golim okom, ali dovoljno su velike za prijenos respiratornih patogena (Asadi i sur., 2019) i na taj način mogu doprijeti do respiratornog sustava (Milton, 2020). Respiratorne kapljice mogu biti nošene na udaljenosti od 1 m od izvora te ovise o gravitacijskim silama (Cook, 2020), a prijenos virusa manjim česticama aerosola, veličine do 5 μm (Milton, 2020), mogući je na udaljenosti od 4 m (Guo i sur., 2020). Tijekom govora prosječne osobe, brzina emisije čestica pozitivno je povezana s glasnoćom vokalizacije te na taj način u sekundi može prenijeti od 1 do 50 čestica, odnosno 0.06 do 3 čestice po cm^3 (Asadi i sur., 2019).

2.2. Simptomatologija SARS-CoV-2 virusa

Što se simptoma bolesti koronavirusa tiče, raspon je širok te oni mogu varirati od blagih simptoma sve do ozbiljnijih teškoća koje su i opasne po život. Prema Centru za kontrolu i prevenciju bolesti (Centers for Disease Control and Prevention – CDC; 2022) najčešći simptomi koji se javljaju uključuju vrućicu, kašalj, teškoće s disanjem, umor, bolove u mišićima i tijelu, glavobolju i grlobolju, mučninu i povraćanje, zatvor, dijareju, curenje nosa te gubitak osjeta mirisa ili okusa koji prije nije bio prisutan. Moguća je i pojava drugih

simptoma koji nisu ovdje navedeni, a oni ovise o varijanti virusa kojom je osoba zaražena ili statusu cijepljenja. Obično se javljaju u periodu od 2 do 14 dana nakon izlaganja virusu (CDC, 2022). Pod povećanim rizikom za razvoj teškog oblika bolesti su starije osobe, osobe s već prisutnim medicinskim stanjima kao što su kardiovaskularne bolesti, kronične respiratorne bolesti ili karcinomi. No važno je i naglasiti da s obzirom na nepredvidivost bolesti, svatko se može zaraziti virusom što može rezultirati teškim oblikom bolesti ili smrtnim slučajem neovisno o dobi (WHO, 2020).

2.3. Načini prevencije zaraze SARS-CoV-2 virusom

WHO (2020) kao načine zaštite od zaraze virusom i usporavanja transmisije prvenstveno navodi informiranje javnosti o samoj bolesti i načinu njezina širenja. Uz navedeno, važno je pridržavanje mjera osobne zaštite kao što je pravilna uporaba zaštitnih maski, fizičko distanciranje od minimalno jednog metra, pranje i/ili dezinfekcija ruku, kašljanje i kihanje u lakat te izbjegavanje izlaganja socijalnim situacijama ukoliko se osjete simptomi ili pojavi sumnja na zarazu koronavirusom (WHO, n.d.).

S obzirom na način prijenosa zaraze, mnoge su nacionalne vlasti bile prisiljene predstaviti odgovarajuće mjere kako bi se umanjila koncentracija udahnutih čestica i virusa (Ho i sur., 2022) i na taj način smanjilo, usporilo ili u najboljem slučaju zaustavilo širenje koronavirusa među stanovništvom (Tso i Cowling, 2020). Jedna od nametnutih mjera je i uporaba zaštitnih maski, kako za profesionalne tako i za osnovne i svakodnevne aktivnosti (Gama i sur., 2022). Širom svijeta uvedene su preporuke uporabe zaštitnih maski na javnim mjestima, u javnom prijevozu i na svim mjestima gdje se okuplja veći broj ljudi, a sve sa ciljem sprječavanja širenja zaraze (Bakhit i sur., 2021). Navedene preporuke razlikuju se te variraju od obavezne uporabe zaštitne maske u svim situacijama u javnosti, samo određenim situacijama ili ne moraju uopće uključivati izričite i određene preporuke o uporabi istih (Bakhit i sur., 2021). Uporaba zaštitne opreme bira se i koristi u odnosu na način prijenosa virusa – kontaktom, kapljično ili aerosolom te situaciju u kojoj se pojedinac nalazi. Njena pravilna uporaba može dovesti do značajnog smanjenja rizika od prijenosa virusa (Cook, 2020).

3. ZAŠTITNE MASKE

3.1. Uporaba zaštitnih maski u prošlosti

Uporaba zaštitnih maski, iako ne onakvih kakve su u uporabi danas, seže dalje u povijest. Wu (1926) spominje kako su se maske rabile već u 16. st. kako bi se stanovništvo zaštitilo od kuge, odnosno takozvane crne smrti. Te maske na prednjem dijelu imale su „kljun“ u koji su bili smješteni razni začini za koje se vjerovalo da štite od zaraze. Obično su bile rađene od tkanine odjevnih predmeta ili voštanog platna. Kasnije je nadodana i zaštita za oči od kristala te se isti dizajn upotrebljavao sve do 19. st. Prva „modernija“ verzija zaštitne opreme zabilježena je u *German Plague Reportu* (Wu, 1926) gdje su se upotrebljavale vlažne spužve kojima se prekrivalo područje oko usta i nosa te su se nakon svake uporabe obavezno dezinficirale. Nedugo nakon toga, i japanske su vlasti izdale uputu o mjerama zaštite od kuge koja je glasila (Wu, 1926, str. 393):

„U bilo kojem slučaju koji upućuje na kugu, s kašljem ili otežanim disanjem, lice pacijenta treba, tijekom pregleda ili prijenosa, biti pokriveno tkaninom, ili još bolje, subliminiranim pamukom te liječnici, i svi prisutni, trebali bi, odmah kada se posumnja na prirodu slučaja, prekriti usta i nos ravnom spužvom, ne manjom od 4 inča u promjeru, koja je iscijeđena u 1 : 1000 subliminiranih rješenja te mora biti zadržana na ustima i nosu sve dok posao nije završen. Ovo se jednako odnosi na sve uključene u aktivnosti čišćenja i dezinfekcije kuća nakon što se pacijent premjesti.“

Belgijske preporuke podrazumijevale su da medicinske sestre svaki puta kada pristupe pacijentu, stave čep od pamuka ispred usana i nosnica ili omotaju glavu tkaninom kao što je muslin ili til (Wu, 1926). Eckert (1905; prema Wu, 1926) opisuje maske koje su se koristile za vrijeme izbijanja Mandžurske kuge. Takve su maske u području očiju imale veo od gaze te su bile spojene s odjećom i na taj način štatile membrane usta, nosnica i tonzila od zaraze. Uz opise različitih vrsta zaštitnih maski, Wu (1926) kao najbolje prihvaćenu izdvaja onu koja se sastojala od dva sloja gaze omotane oko duguljastog komada upijajućeg pamuka.

3.2. Uporaba i učinkovitost zaštitnih maski

Nakon izbijanja pandemije koronavirusa, nošenje je zaštitnih maski postala svakodnevica i to je predstavljalo drastičnu promjenu u odnosu na prethodna razdoblja kada

su maske bile neredovito rabljene (Howard i sur., 2021). Uporaba je zaštitnih maski bila obavezna u gotovo svim područjima ljudskog djelovanja. Osobito je važna njihova uporaba u visokorizičnim područjima (Chua i sur., 2020), mjestima gdje dolazi do povećanog rizika od stvaranja aerosola s obzirom na to da se one smatraju vrijednim alatom u borbi protiv koronavirusa i smanjuju mogućnost njegova širenja (Howard i sur., 2021). Djeluju na način da stvaraju fizičku prepreku respiratornim kapljicama i sprečavaju njihovo raspršivanje kada zaražena osoba govori, kašlje ili kiše. Na taj način štite druge osobe od zaraženog pojedinca, ali i samog pojedinca ukoliko dođe u kontakt s osobama koje su potencijalni prenositelji virusa (Chua i sur., 2020).

Razina učinkovitosti koju zaštitne maske predstavljaju ovisi o društvenoj usklađenosti, iako i zakonske odredbe igraju važnu ulogu, pojedinci i njihovi stavovi povezani s uporabom zaštitnih maski ključni su za usmjeravanje ponašanja vezanih za dosljednost u uporabi istih (Martin i sur., 2020). Primjer važnosti društvenih normi i politike lokalnih vlasti navode Leffler i sur. (2020) te ističu kako u državama u kojima je uporaba zaštitnih maski bila poticana od strane lokalnih vlasti, mortalitet povezan s koronavirusom povećao se za otprilike 16.2% na tjednoj bazi. S druge strane, u državama gdje maske nisu bile poticane smrtnost se povećala za 61.9%. U prilog učinkovitosti zaštitnih maski govori nekoliko istraživanja koja navode da maske, ukoliko su pravilno korištene i pripijene uz lice, sprečavaju prijenos humanih koronavirusa i posljedično rizik od razvijanja težeg oblika bolesti (Lai i sur., 2012; Tso i Cowling, 2020) te od virusa gripe (Leung i sur., 2020).

3.3. Vrste zaštitnih maski

Na tržištu su dostupne različite vrste zaštitnih maski koje pružaju različitu razinu zaštite i napravljene su od različitih materijala te se njihov odabir temelji na rizičnosti situacije u kojoj se pojedinac nalazi. CDC (2022) radi jednostavnu podjelu na obične zaštitne maske i respiratorne maske. Obične maske funkcioniraju na način da zadržavaju kapljice i čestice koje osoba koja ih nosi ispušta te ukoliko usko prijanjaju licu, pružaju zaštitu od vanjskih patogenih čestica. S druge strane, glavna je uloga respiratornih maski filtracija zraka i čestica virusa koji se udišu. Isto tako, kao i obične zaštitne maske, zadržavaju kapljice i čestice koje osoba izdiše i štite ostale od potencijalne zaraze (CDC, 2022).

Obične se zaštitne maske dalje dijele na maske od tkanine i jednokratne medicinske maske (CDC, 2022). Troslojne medicinske maske široko su rasprostranjene i koriste se u najvećem broju slučajeva. Termin „medicinska maska“ i „kirurška maska“ često se koriste naizmjenično u literaturi te podrazumijevaju zaštitne maske koje zadovoljavaju nacionalne ili internacionalne standarde te pružaju zaštitu od transmisije kapljicama (Dau i sur., 2020). Uglavnom su rađene od tri različita sloja od kojih svaki ima svoju ulogu. Prvi ili vanjski sloj je vodootporan te odbija tekuće čestice kao što su respiratorne kapljice. Drugi ili srednji sloj djeluje kao filter koji onemogućuje prolaz česticama ili patogenima u oba smjera, iz usta/nosa osobe koja koristi masku i okoline. Treći ili unutarnji sloj izrađen je od upijajućeg materijala koji zadržava respiratorne kapljice osobe koja nosi masku i upija vlagu iz zraka. Sva tri sloja u kombinaciji štite osobu koja rabi masku, ali i ljude oko nje na način da ograničava prodor patogenih čestica u oba smjera (Chua i sur., 2020). Iako smanjuju otpuštanje patogenih čestica koronavirusa ili gripe (Chua i sur., 2020), ne pružaju dostatnu zaštitu u visokorizičnim postupcima stvaranja aerosola (Sobti i sur., 2021). Platnene maske mogu biti rađene od različitih tkanina te postoji složena interakcija između vrste tkanine, tkanja i mogućnosti filtracije čestica (Zangmeister i sur., 2020). Pamuk, prirodna svila i šifon smatraju se materijalom koji pruža odgovarajuću zaštitu, obično iznad 50% u rasponu čestica od 10 nm do 6.0 μ m. Učinkovitim se pokazalo i kombiniranje više različitih tkanina kao što su pamuk (Konda i sur., 2020; Adanur i Jayswal, 2022) zajedno sa svilom, šifonom ili flanelom. Takve kombinacije omogućavaju filtraciju čestica u rasponu od 300 nm pa sve do 6 μ m uslijed spoja učinaka elektrostatičke i fizičke filtracije (Konda i sur., 2020).

Filtrirajuće respiratorne maske visoko su učinkovite filtrirajuće maske (Dau i sur., 2020). U njihovoj izradi koriste se sintetički materijali i *melt-bond* proces kojemu je glavni cilj stabilizacija i sažimanje mreže materijala kako bi se poboljšala učinkovitost filtracije (Zangmeister i sur., 2020). Postoji više vrsta respiratornih maski (DL2, DL3, DS2, DS3, FFPE, KP95, KP100, FFP2, FFP3,...), a one najučestalije su N95 respiratorne maske koje imaju mogućnost filtracije i do 95% čestica s kojima dođu u doticaj te im se daje prednost u situacijama gdje postoji visoka mogućnost zaraze koronavirusom (CDC, 2022). N95 maske čvrsto priranjaju licu, sprečavaju transmisiju aerosola i ako se nose pravilno i kontinuirano, postižu bolju filtraciju čestica nošenih zrakom u odnosu na medicinske maske (Dau i sur., 2020). Ovdje se ubrajaju i FFP2 i FFP3 maske koje pokazuju slične razine učinkovitosti kao i N95 respiratorne maske, s time da su FFP3 dvostruko učinkovitije u filtraciji čestica od FFP2

maski. S obzirom na uporabu u kliničkim uvjetima, važno je da su otporne na tekućine i u potpunosti prijanjaju licu kako bi bile djelotvorne (Cook, 2020).

Kao treća skupina, spominju se i transparentne/prozirne maske koje imaju proziranu plastičnu barijeru koja omogućava vidljivost facijalne ekspresije i pokreta usana govornika (Yi i sur., 2021). U ovu se skupinu svrstavaju i viziri koji u određenoj mjeri pružaju zaštitu od kapljica koje prenose patogene čestice virusa te dodatno štite i oči od ulaska patogena. Takve se maske preporučuju u komunikaciji s osobama s oštećenjem sluha (Calà i sur., 2023).

Prema Bartoszko i sur. (2020) medicinske i N95 respiratorne maske pružaju sličnu razinu zaštite od respiratornih infekcija, uključujući koronavirus, tijekom obavljanja postupaka u kojima se ne stvara velika količina aerosola. Međutim, u visokorizičnim situacijama gdje su prisutne visoke razine aerosola, preporučuje se uporaba respiratornih maski kako bi se osigurala zaštita od virusa, s obzirom da konvencionalne medicinske maske ne pružaju dostatnu zaštitu u navedenim situacijama (Sobti i sur., 2021).

3.4. Utjecaj zaštitnih maski na pojedinca

Zaštitne maske, iako nedvojbeno važne u zaštiti od koronavirusa, mogu imati nepovoljan učinak na fiziološko, psihološko i socijalno stanje pojedinca te dovesti do brojnih ekonomskih posljedica uslijed uporabe (Marler i Ditton, 2021; Kisielinski i sur., 2021). Njihove su nepovoljne posljedice vidljive u različitim područjima medicine, posebice se povezuju s ometajućim učinkom koji imaju na disanje, respiratornu fiziologiju i izmjenu plinova u tijelu (Kisielinski i sur., 2021). Sve se više spominje i učinak koji zaštitne maske imaju na komunikaciju. S obzirom da prekrivaju nos i usta te onemogućavaju mogućnost čitanja s usana, vidljivost facijalne ekspresije i neverbalne komunikacije (McKenna i sur., 2021), zaštitne maske predstavljaju psihološki i kognitivni teret u komunikaciji (Joshi i sur., 2021) te interferiraju s učinkovitom verbalnom komunikacijom (Nguyen i sur., 2021). Nedostatak informacija s lica otežava osobama da prenesu govorenu poruku (Karagkouni, 2021) i slušatelji trebaju uložiti više truda u percepciji onoga što njihov komunikacijski partner govori što može biti vrlo zahtjevno za pojedince s oštećenjem sluha, poremećajima glasa ili deficitima u slušnom i/ili kognitivnom procesiranju (Joshi i sur., 2021).

Zaštitne se maske ne preporučuje nositi u duljim vremenskim razdobljima, već ih ukloniti i promijeniti kada je to moguće s obzirom da se nelagoda izazvana maskom povećava s vremenom njihova nošenja (Bakhit i sur., 2021; Adanur i Jayswal, 2022).

4. GLAS I KVALITETA GLASA

4.1. Definicija i obilježja glasa

Od najranijih vokalizacija pa do vješte uporabe glasa, glas kao komponenta izražavanja govornog jezika ima važnu ulogu i utjecaj na svakodnevni život pojedinca. Samo na temelju slušanja glasa osobe mogu se prenijeti osobne informacije o socioekonomskom statusu, socijalnom statusu, fizičkim obilježjima kao što su spol i približna dob osobe te stvoriti predodžba o njenom trenutnom raspoloženju i emocijama (Zhang, 2016; Latinus i Belin, 2011). Također, glas pruža suptilne tragove o privlačnosti i dominantnosti osobe (Latinus i Belin, 2011). Može se opisati u užem i širem smislu. Ako se govori o široj definiciji glasa, ona podrazumijeva zvuk koji proizvodimo kako bi izrazili vlastita mišljenja, stavove i ideje (Zhang i sur., 2016). S druge strane, pobliže se glas može opisati kao zvukovi proizvedeni interakcijom struktura govornog aparata. Proizvodnja glasa uključuje dvije osnovne komponente. Prva je izvor zvuka ili larinks koji je u složenoj interakciji s usnom i nosnom šupljinom koje služe kao filter zvuka i nalaze se iznad larinksa da bi naposljetku došlo do proizvodnje glasa. Jedan od najčešćih i najviše proučavanih načina vokalne proizvodnje uključuje stabilnu vibraciju glasnica u larinksu. Vibracija nastala u larinksu predstavlja izvor zvuka sastavljen od fundamentalne frekvencije i brojnih harmonika. Novonastali zvuk prolazi kroz dišne puteve vokalnog trakta iznad larinksa te kada dođe do i izađe iz usne šupljine predstavlja kombinaciju izvornog laringealnog zvuka filtriranog rezonantnim svojstvima vokalnog trakta (Ghazanfar i Rendall, 2008). Dobra kontrola disanja pokreće proizvodnju zvuka i stoga je potrebna kako bi proizvodnja glasa i govora bila uspješna (Ghazanfar i Rendall, 2008). Ghazanfar i Rendall (2008) kao dvije važne dimenzije glasa ističu visinu glasa koja predstavlja perceptivni korelat fundamentalne frekvencije i boju glasa koja predstavlja osobnost glasa pojedinca i određena je fundamentalnom frekvencijom te harmonicima i formantima fundamentalne frekvencije (Bonzi i sur., 2014). Informacije, kao što su spol, relativna dob osobe, približna veličina i/ili oblik tijela te identitet, dobivene na

temelju tih dviju dimenzija proizlaze iz razvojnih i individualnih razlika u obliku glasnica i vokalnog trakta (Ghanzanfar i Rendall, 2008).

Boone i sur. (2014) glasu pridaju i opisuju ga kroz 5 aspekata od kojih svaki ima određenu ulogu. Glas koji osoba proizvede mora biti dovoljno glasan kako bi se čuo i razumio uz prisutnu svakodnevnu buku te glasnoću navode kao prvi aspekt. Nadalje, način na koji je glas proizveden mora biti siguran što znači da njegova proizvodnja ne smije rezultirati vokalom traumom ili laringealnim lezijama. Kao treću komponentu izdvajaju ugodnu kvalitetu glasa, kvalitetu koja u komunikacijskim situacijama ne ometa verbalnu komunikaciju i ne skreće pozornost s onoga što je izgovoreno. Kao što je prethodno navedeno, glasom se izražavaju emocije stoga je bitno da je on i dovoljno fleksibilan. Naposljetku, glas mora biti reprezentativan, vjerodostojno prikazivati osobu kojoj pripada u terminima dobi i spola (Boone i sur., 2014).

Osim navedenih aspekata glasa koje navode Boone i sur. (2014), glas se može opisati auditivno-perceptivnim, akustičkim i aerodinamičkim parametrima koji pružaju podatke o vokalnoj funkciji te interakciji respiratornog i fonatornog sustava i učinkoviti su u praćenju promjena u kvaliteti glasa tijekom vremena (Dejonckere i sur., 2001; Aghajanzadeh i sur., 2017). Nguyen i Madill (2023) kao osnovne auditivno-perceptivne kvalitete glasa izdvajaju šumnost, hrapavost i napetost glasa. Isshiki i sur. (1966; prema Fukazawa i sur., 1988) šumnost glasa objašnjavaju turbulencijom nastalom u glotisu. Hrapavost se odnosi na uočene nepravilnosti u izvoru zvuka, a napetost je percepcija pretjeranog vokalnog napora ili „hiperfunkcija“ (Kempster i sur., 2009). Među navedena obilježja mogu se ubrojiti i visina (perceptivni korelat f_0) i glasnoća glasa (perceptivni korelat intenziteta glasa) (Kempster i sur., 2013). Intenzitet, fundamentalna frekvencija, jitter, shimmer i omjer signal-šum (HNR) osnovne su akustičke mjere glasa (Mazzeto de Menezes i sur., 2014). Vokalni se intenzitet smatra funkcijom fundamentalne frekvencije i pritiska iz pluća (Titze i Sundberg, 1992). Relativna fundamentalna frekvencija (RFF) definira se kao akustički indikator laringealne napetosti (McKenna i sur., 2021) te je osjetljiva na funkcionalne promjene u glasu odraslih osoba (Heller Murray i sur., 2020). Otporna je na sustav snimanja, okolinsku buku i njihovu kombinaciju te ne dolazi do značajnih promjena u njenim vrijednostima u navedenim uvjetima (Maryn i sur., 2017). Akustička obilježja govornog signala predstavljaju i jitter i shimmer, mjere koje opisuju nepravilnosti unutar fundamentalne frekvencije i valne amplitude (Farrús i sur., 2007). Posljednja, no ne i najmanje važna akustička mjera je omjer signal-šum (HNR - harmonics-to-noise ratio) kojom se procjenjuje komponenta šuma u

odnosu na komponentu govornog signala u vokalima. Objektivna je te služi u otkrivanju patologije glasa procjenjujući promuklost (Yumoto i sur., 1982). Treću skupinu parametara glasa čine aerodinamički parametri u koje se ubrajaju maksimalno vrijeme fonacije (MPT – maximum phonation time), vitalni kapacitet (VC - vital capacity), prosječna brzina protoka (MFR - mean flow rate) i glotalni otpor (GR - glottal resistance) koji opisuju međudjelovanje respiratornog i fonatornog sustava (Aghajanzadeh i sur., 2017).

4.2. Kvaliteta glasa

U literaturi postoji mnogo različitih definicija i pojmova koji se koriste kako bi se opisala kvaliteta glasa osobe. Ona predstavlja višedimenzionalni perceptivni konstrukt glasa (Barsties i De Bodt, 2015) te je Keller (2005) opisuje kao auditivno svojstvo koje „boji“ glas i cijelo je vrijeme prisutna u govoru pojedinca. Anatomija i fiziologija vokalnog aparata imaju važnu ulogu u određivanju pojedinih svojstava kvalitete glasa (Honikman, 1964; prema Laver, 1968), kao i laringealne i supralaringealne značajke (Keller, 2005).

Kvaliteta glasa uključuje kombinaciju različitih svojstava kao što su prozodija, trenutna govorna obilježja, spektralne različitosti i obilježja samog izvora zvuka te ju je potrebno promatrati kao višedimenzionalni parametar (Keller, 2005). Barsties i De Bodt (2015) kao zlatni standard u opisivanju kvalitete glasa navode auditivno-perceptivnu procjenu. Često se koristi objektivna akustička analiza, posebice Acoustic Voice Quality Index (AVQI) i Cepstral Spectral Index for Dysphonia (CSID) koji pružaju pouzdane akustičke korelate cjelokupne kvalitete glasa. Za razliku od akustičkih mjera, aerodinamičke mjere nemaju veliki značaj i ne pružaju toliko informacija o samoj kvaliteti glasa (Barsties i De Bodt, 2015).

4.3. Procjena glasa

Kako bi se uspješno opisalo stanje te uočile i dijagnosticirale patologije glasa, važno je provesti kvalitetnu procjenu glasa. Pojmovi koji se rabe tijekom procjene obilježja glasa moraju se jasno razlikovati prema definiciji i perceptivnim značajkama kako bi se osigurala pouzdanost samo procjene (Bele, 2005). Dejonckere i sur. (2001) navode 5 dimenzija koje su prisutne u procjeni glasa, a one su slijedeće: perceptivna, akustička, aerodinamička,

videostroboskopija i samoprocjena glasa. Akustička i aerodinamička procjena objektivne su, međutim, mogu ovisiti o tome koliko je osoba koja sudjeluje u procjeni spremna na suradnju (Dejonckere i sur., 2001). Jedan od učestalo korištenih alata tijekom akustičke procjene je viševarijabilni model Acoustic Voice Quality Index (AVQI). Kroz 6 akustičkih parametara glasa tijekom fonacije i kontinuiranog govora daje objektivnu procjenu disfonije (Maryn i sur., 2010). Što se perceptivne procjene i videostroboskopije tiče, ove se mjere ponekad također svrstavaju u objektivne, iako su ocjenjivane subjektivno od strane ispitivača (Dejonckere i sur., 2001). Međutim, perceptivnu procjenu neki autori smatraju isključivo subjektivnom mjerom procjene koja se temelji na usporedbi glasa osobe s drugim glasovima ili prijašnjim iskustvima slušatelja s istim glasom (Bele, 2005). Najčešći instrument koji se koristi prilikom perceptivne procjene je GRBAS skala koja pomoću 5 dimenzija opisuje kvalitetu glasa. To su cjelokupni stupanj promuklosti (G – Grade), hrapavost (R – Roughness), šumnost (B – Breathiness), astenija/slabost (A – Asthenia) i napetost (S – Strain). Smatra se korisnim alatom procjene kvalitete glasa te je mogu s pouzdanjem koristiti profesionalci različitih jezičnih i kulturoloških pozadina (Yamaguchi i sur., 2003). Alat koji je također važan dio auditivno-perceptivne procjene je The Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) kojim se opisuje jačina auditivno-perceptivnih svojstava problema s glasom. Važno ga je koristiti u kombinaciji s drugim testovima i alatima procjene vokalne funkcije kako bi se dobilo stvarno stanje glasa. Perceptivne karakteristike glasa koje procjenjuje su: 1) Ukupna jačina, 2) Hrapavost, 3) Šumnost, 4) Napetost, 5) Visina i 6) Glasnoća. Svakom je svojstvu pridružena Vizualna analogna skala (VAS - Visual Analog Scale) (Kempster i sur., 2009) koja je najčešće predstavljena u obliku linije od 100 mm i njome slušatelj uočava obilježja glasa na kontinuumu, s ekstremima koji sežu od nepostojeće do izrazite pojavnosti vokalnih obilježja (Bele i sur., 2005). Posljednja dimenzija koja se spominje kada se govori o procjeni glasa je samoprocjena, ona je subjektivna i u potpunosti ovisi o pojedincu (Dejonckere i sur., 2001). Neki od upitnika koji se koriste u samoprocjeni glasa su Indeks vokalnih teškoća (VHI – Voice Handicap Index), Skala vokalnih simptoma (VoiSS – Voice Symptoms Scale), Voice Activity and Participation Profile (VAPP) i Indeks vokalnog zamora (VFI – Voice Fatigue Index). Indeks vokalnih teškoća upitnik je samoprocjene glasa na kojemu osobe samostalno procjenjuju jačinu teškoća s glasom na česticama raspoređenim u tri podskale: funkcionalna, fizička i emocionalna. Svaku je tvrdnju moguće potkrijepiti odgovorom od 0 do 3 boda, gdje 0 označava „nikad“, a 3 „uvijek“ (Jacobson i sur., 1977). Nadalje, uloga VAPP-a je u 28 čestica podijeljenih u 5 skupina (samoprocijenjena težina s glasom, utjecaj na posao, utjecaj na svakodnevnu komunikaciju,

utjecaj na socijalnu komunikaciju i utjecaj na emocije) procijeniti percepciju problema s glasom, ograničenje aktivnosti i sudjelovanja u istima (Ma i Yiu, 2001). Među upitnike samoprocjene pripada i Skala vokalnih simptoma (VoiSS) koja je osjetljiva na uočavanje problema s komunikacijom, fizičkim simptomima i emocionalnim odgovorima koji se povezuju s disfonijom kod odraslih osoba (Deary i sur., 2003). Posljednji ovdje navedeni jest Indeks vokalnog zamora (VHI) čija je glavna uloga otkrivanje pojedinaca s vokalnim zamorom i opis njihovih teškoća. Upitnik se sastoji od 19 čestica koje se odnose na umor i izbjegavanje uporabe glasa, fizičku nelagodu tijekom proizvodnje glasa te poboljšanje simptoma nakon odmora (Nanjundeswaran i sur., 2015). Samoprocjena je važan dio u procjeni i terapiji glasa te je važno promjene u glasu otkrivene od strane pojedinca uzeti u obzir uz ostale mjere kako bi se dobilo cjelokupno stanje glasa (Karagkouni i sur., 2021).

4.4. Poremećaji glasa

Glas ima važnu ulogu u jezičnom izražavanju i izražavanju emocija te se osobe kod kojih postoje teškoće s glasom mogu osjećati zakinkano tijekom komunikacije (Boone i sur., 2014). Teškoće s glasom predstavljaju značajan javno zdravstveni problem i jedan od učestalih simptoma koji se prvi primjećuje je vokalni zamor. Kod osoba koje pate od vokalnog zamora često su prisutna ponašanja kao što je lizanje usana, pročišćivanje grla, učestalo uzimanje vode, napetost u licu, vratu i ramenima, pokušaji promjene posture tijela te često i/ili neplanirano uzimanje daha. Samim slušanjem glasa može se zamijetiti promuklost i oslabljeni i sniženi niski i visoki tonovi (Titze i Verdolini Abbott, 2012). Poremećaji se glasa mogu podijeliti na funkcionalne, organske i neurogene. U funkcionalne poremećaje glasa spadaju oni koji nemaju organsku ili neurološku podlogu, mehanizmi respiracije, fonacije i rezonancije fizički su netaknuti, no nedostaje im funkcionalna ravnoteža kako bi došlo do uredne proizvodnje glasa. Dva glavna uzroka pojave funkcionalnih poremećaja glasa su pretjerana napetost mišića uslijed koje može doći do stvaranja dobroćudnih tvorevina na glasnicama kao što su vokalni noduli, polipi ili Reinkeov edem. Drugi je uzrok psihogenog podrijetla prilikom čega emocionalno ili psihičko stanje pojedinca dovodi do izmjena u vokalnoj proizvodnji (Boone i sur., 2014). Organski poremećaji glasa povezani su sa strukturalnim promjenama vokalnog trakta (npr. rascjep nepca) ili bolestima koje su zahvatile navedene strukture (npr. virusna papiloma vokalnog trakta). Posljednja skupina poremećaja glasa su neurogeni poremećaji glasa koji se javljaju uslijed narušene kontrole i inervacije

mišića koji sudjeluju u procesima respiracije, fonacije, rezonancije i artikulacije. Teškoće kontrole i inervacije mišića mogu biti prisutne od rođenja ili se javiti nakon ozljede ili bolesti koje zahvaćaju periferni i/ili centralni živčani sustav (Boone i sur., 2014).

Disfonija je termin koji se koristi za gotovo sve uočene probleme s glasom, za sve vokalne patologije te može dovesti do promjena u visini i glasnoći glasa, boji, ritmu i prozodijskim značajkama (Dejonckere i sur., 2001). Učestalo se poremećajima glasa pridružuju senzorni simptomi koji uključuju nelagodu, zamor ili u nekim slučajevima bol povezanu s procesom proizvodnje glasa. Takvi su simptomi intrinzični i mogu se promatrati jedino od strane samog pojedinca koji ih doživljava (Karagkouni i sur., 2021).

Vrlo je teško odrediti točnu incidenciju i prevalenciju poremećaja glasa u općoj populaciji s obzirom na to da je glas podložan promjenama koje se mogu javiti tijekom svakodnevnih aktivnosti i uslijed raznih prolaznih stanja. Boone i sur. (2014) za primjer navode prehladu koja dovodi do promjena u kvaliteti glasa i gledano samo prema tome, incidencija bi poremećaja glasa iznosila gotovo 100%. Roy i sur. (2005) navode kako je 29.9% populacije u jednom životnom razdoblju imalo poremećaj glasa, a 6.6% ga je imalo u trenutku istraživanja. Lyberg-Åhlander i sur. (2019) proveli su istraživanje o samoprocjeni teškoća s glasom na 75 000 ispitanika koje pokazuje da njih 16.9% ima prisutne vokalne teškoće. Autori navode da su žene bile sklonije prijavi problema s glasom od muškaraca te su najviše stope teškoća s glasom primijećene kod ispitanika iznad 65 godina u oba spola. Kod mlađih odraslih osoba, 6% ih prijavljuje probleme s glasom koji traju dulje od tri dana te su navedene teškoće u velikoj mjeri bile povezane s hipertenzijom, tinitusom ili anksioznošću (Bainbridge i sur., 2017). U faktore rizika za nastajanje poremećaja glasa ubrajaju se spol (ženski), dob (40 – 59 godina), obrasci uporabe glasa i vokalni zahtjevi, ezofagealni refluks, izloženost kemikalijama te učestale prehlade ili infekcije sinusa (Roy i sur., 2005).

Poremećaji glasa imaju negativan učinak na različite aspekte života pojedinca. Mogu dovesti do socijalne izolacije, komunikacijskih teškoća i smanjenom mogućnosti izvršavanja zadataka na radnom mjestu (Titze i Verdolini Abbott, 2012). U istraživanju Roya i sur. (2005) 4.3% ispitanika navodi kako zbog glasa nisu bili u mogućnosti izvršiti određene zadatke na poslu, a 7.2% navodi kako je izostalo s posla jedan ili više dana.

5. UTJECAJ UPORABE ZAŠTITNIH MASKI NA KVALITETU GLASA

Pandemija koronavirusa izmijenila je svakodnevnicu te sa sobom unijela mnoge promjene u živote pojedinaca. Jedna od takvih promjena bile su i zaštitne maske. S obzirom na njihovu raširenost i učestalost uporabe, važno je razumjeti kakav utjecaj imaju na pojedinca i glas. Iako je njihova glavna uloga da štite od širenja i udisanja virusnih čestica (Chmelick i sur., 2021), predstavljaju izazov u mnogim socijalnim, obrazovnim, zdravstvenim i vokalnim situacijama (Atcherson i sur., 2021). Najznačajniji problemi u komunikaciji koji se javljaju za vrijeme uporabe zaštitnih maski povezuju se s njihovim učinkom na govornu komunikaciju (Martin i sur., 2020). Dovode do otežanog i smanjenog razumijevanja govornog iskaza (Chmelick i sur., 2021) iz nekoliko razloga. Maske djeluju kao akustički filter (Chmelick i sur., 2021), pružaju otpor i filtriraju zrakom nošene govorne signale (Maryn i sur. 2021), te na taj način izmjenjuju govorni signal. Nadalje, prikrivaju vizualne informacije s lica govornika i pokrete artikulatora koje sugovornici koriste kako bi nadomjestili informacije koje nisu uspjeli zahvatiti auditivnim putem (Guillani, 2020) i uzrokuju promjene u artikulaciji govornika (Chmelick i sur., 2021). Zbog navedenoga može doći do potrebe za ponavljanjem govornih iskaza i negativnih učinaka na govor i glas (Joshi i sur., 2021).

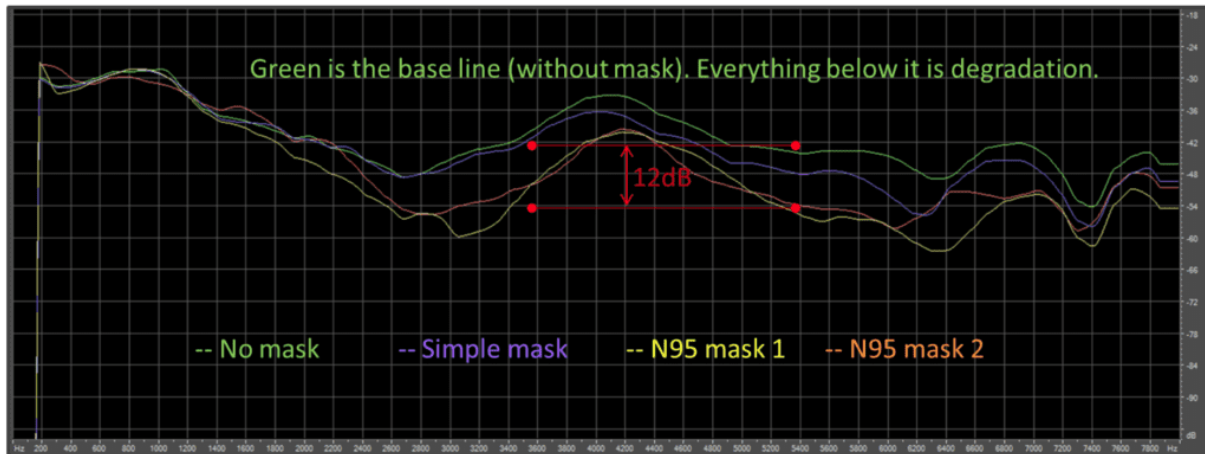
Upravo zbog važnosti glasa za svakodnevno funkcioniranje pojedinca i potencijalnih negativnih posljedica koje zaštitne maske imaju na glas, provedena su mnoga istraživanja kako bi se dobio bolji uvid i razumijevanje utjecaja zaštitnih maski na glas i njegova obilježja.

5.1. Istraživanja usmjerena na utjecaj zaštitnih maski na perceptivne, akustičke i aerodinamičke parametre glasa

Veliki broj istraživanja (Goldin i sur., 2020; Nguyen i sur., 2021; Lin i sur., 2021) o utjecaju uporabe zaštitnih maski na glas i njegovu kvalitetu bio je usmjeren na promjene u perceptivnim, akustičkim i aerodinamičkim parametrima glasa.

Jedan od najviše citiranih radova na temu utjecaja zaštitne maske na govorni signal je onaj Goldina i sur. (2020). U svome radu navode kako zaštitne maske predstavljaju niskopropusni akustički filter koji prigušuje visoke frekvencije na području od 2 do 7 kHz za 3 do 4 dB uslijed uporabe jednokratne medicinske maske i gotovo 12 dB uz N95 respiratorne

maske (Ilustracija 1) i na taj način dovode do smanjenja kvalitete govora. Sukladno istraživanju Goldina i sur. (2020), Oren i sur. (2021) također opisuju djelovanje zaštitnih maski kao akustički filter čiji način i jačinu utjecaja na zvuk određuju materijal i debljina materijala u zaštitnim maskama. Promjene u navedenim karakteristikama maski dovode do pojačanja ili prigušenja određenih frekvencija i posljedično mijenjanja formanata.



Ilustracija 1: Razlike u intenzitetu glasa u odnosu na vrstu zaštitne maske koja se koristi (Goldin i sur., 2020).

Mnoga istraživanja pokazuju usporedive rezultate – prisutan je pad u vokalnog intenzitetu na sličnim frekvencijskim područjima. McKenna i sur. (2021) kao frekvencijsko područje koje je značajno u učinku prigušenja i mijenjanju govornog signala izdvajaju frekvencije iznad 4 kHz. Za Nguyena i sur. (2021) to je području u rasponu od 1 do 8 kHz na kojemu dolazi do pada vokalnog intenziteta za 2 dB uslijed uporabe medicinskih maski i 5.2 dB uz KN95, dok statistički značajne razlike nisu bile uočene na području nižih frekvencija, ispod 1 kHz. Navedena otkrića mogu se objasniti degradirajućim učinkom maski na spektralne razine koji ovisi o razini pristajanja maske uz lice i filtrirajućim svojstvima u kojima KN95 nadmašuju standardne medicinske maske (Nguyen i sur, 2021). U istraživanju Guillianija (2020) uporaba medicinskih maski dovela je do smanjenja informacija na frekvencijama iznad 1500 Hz za 3 – 4 dB. Nadalje, maske od tkanine i N95 respiratorne maske, na frekvencijama iznad 1000 Hz i udaljenosti 1 – 2 m, smanjuju intenzitet zvuka za 3 – 10 dB. Naposljetku, istovremenom uporabom medicinske maske i vizira preko nje, intenzitet se smanjuje za dodatnih 6 – 10 dB. Djelovanjem kao niskopropusni filter, zaštitne

maske filtriraju govorne informacije na visokim frekvencijama, no ne i na niskim te posljedično dovode do prigušene kvalitete glasa (Guillani, 2020). Prigušenje visokih frekvencija odražava se i na konsonante koji se nalaze u frekvencijskim područjima u kojima je najčešće prisutno oštećenje sluha. Također, konsonanti na visokim frekvencijama nerijetko su zamaskirani intenzivnim zvukovima niske frekvencije koji su prisutni u pozadinskoj buci (Atcherson i sur., 2021).

S obzirom na višu fundamentalnu frekvenciju i širi raspon harmonika, maske imaju veći utjecaj na ženski glas negoli muški (Ho i sur., 2022). Ho i sur. (2022) uspoređivali su akustičke mjere glasa uz uporabu respiratornih FFP2/3 maski. Značajne promjene nisu uočene tijekom govora u vrijednostima fundamentalne frekvencije i intenziteta glasa, no značajna se razlika pojavila tijekom vikanja kod žena uz uporabu maske, a ona se očitovala u smanjenju vokalnog intenziteta.

Iako većina istraživanja potvrđuje smanjenje vokalnog intenziteta uslijed uporabe zaštitnih maski, Fiorella i sur. (2021) su kod približno 1/3 ispitanika uočili trend povećanja intenziteta glasa. Ispitivali su utjecaj medicinskih maski na vokalne parametre u svrhu razumijevanja utjecaja uporabe medicinskih maski na glas i verbalnu komunikaciju. Rezultati su pokazali smanjenje vokalnog intenziteta kod 65% ispitanika za 3.03 dB u prosjeku. Autori navedeno smanjenje objašnjavaju činjenicom da materijal od kojih su izrađene medicinske maske ometa protok zraka koji izlazi iz usta govornika tijekom govora i na taj način umanjuje akustičku energiju koja se prenosi zrakom do mikrofona. Također, uzrok pada vrijednosti vokalnog intenziteta mogu biti nesvjesne varijacije u intenzitetu od strane govornika. Kod preostalih ispitanika (35%) primijećeno je povećanje intenziteta glasa s obzirom da uporaba maske dovodi do potrebe za povećanjem vokalnog napora, ali posljedično i do rizika za razvoj funkcionalne disfonije (Fiorella i sur., 2021).

Formanti u glasu definiraju se kao koncentracija akustičke energije oko određenih frekvencija u govornom signalu. Postoji više formantata, od kojih je svaki na različitoj frekvenciji te odgovaraju rezonanciji u vokalnom traktu. Prva dva formanta, formanti F1 i F2, uvelike ovise o pokretima jezika (Bonzi i sur., 2014). Formanti F2 i F3 prisutni su na frekvencijama višim od 1000 – 1500 Hz i upravo zbog tog razloga uporaba zaštitnih maski može dovesti do gubitka prijenosa signala na navedenim frekvencijama (Gama i sur., 2022). Nekoliko se istraživanja bavilo utjecajem zaštitnih maski na formante. Joshi i sur. (2021) uočili su značajnu interakciju između vrsta zaštitne maske i spola kod vrijednosti prvog formanta (F1). Kod ženskih ispitanika vrijednosti F1 bile su povišene uz uporabu različitih

maski (platnena, medicinska, respiratorna KN95, KN95 u kombinaciji s medicinskom maskom te KN95 u kombinaciji s medicinskom i vizirom) u odnosu na uvjete bez maske, iako razlika nije bila statistička značajna. S druge strane, kod muškaraca je uočeno sniženje vrijednosti F1 prilikom uporabe samo platnene i medicinske maske. Ho i sur. (2022) tijekom ispitivanja fonacije vokala /a/, /i/ i /u/ nisu pronašli značajne razlike u vrijednostima F1 i F2 sa i bez uporabe respiratorne FFP2/3 maske. No, iznimka je bio formant F2 kod ženskih ispitanika uslijed fonacije vokala /i/. Formant F2 viši je kod žena i najviši kod vokala /i/ što dodatno potvrđuje prigušenje visoke spektralne energije uslijed uporabe maski (Ho i sur., 2022). Kao i za prvi formant, u istraživanju je Joshija i sur. (2021) formant F2 također pod utjecajem vrste maske i spola. Uz uporabu svih vrsta maske te bez maske, kod muških je ispitanika vrijednost F2 bila stabilna, no kod kombinacije KN95 respiratorne maske i vizira došlo je do pada njegove vrijednosti. Kod ženskih je ispitanika uočeno smanjenje vrijednosti F2 uz uporabu platnene maske, a povećanje je bilo prisutno uz uporabu medicinske maske. Utjecaj ostalih zaštitnih maski nije se značajno razlikovao u odnosu na uvjete bez maske. Ovakve rezultate Joshi i sur. (2021) objašnjavaju gubitkom energije prijenosa na području viših frekvencija te činjenicom da F2 ovisi o veličini usne šupljine. Svaka promjena u oralnoj šupljini uz uporabu maski može se smatrati odgovornom za izmjenu vrijednosti drugog formanta. U istraživanju Nguyena i sur. (2022) skupina zdravstvenih djelatnika čitala je odlomak teksta u tri uvjeta: bez maske, uz medicinsku masku i uz KN95 masku. Analizom rezultata nisu bile primijećene značajne promjene u amplitudama prva tri formanta, F1, F2 i F3, u odnosu na uporabu maske ili u situaciji bez maske. Moguće da navedeni rezultati ukazuju na selektivne učinke materijala zaštitnih maski na govorne signale (Nguyen i sur., 2022). Za razliku od prethodnih istraživanja usmjerenih na formante, Maryn i sur. (2021) su umjesto pravih ispitanika rabili simulator, model koji proizvodi glas nazvan VESPA (Voice-Emitted-by-Spare-Parts) te promatrali utjecaj različitih vrsta maski na frekvencije formanta. Frekvencije prvog i drugog formanta bile su značajno izmijenjene uslijed uporaba transparentne maske – platnena maska s prozirnim plastičnim otvorom na ustima. Frekvencija F1 se povećala za 162 Hz, dok se frekvencija F2 umanjila za 113 Hz. Uporabom respiratorne FFP2 maske bila je zahvaćena frekvencija samo F2 i to na način da je došlo do smanjenja za prosječno 56 Hz (Maryn i sur., 2021).

Uz fundamentalnu frekvenciju, akustički parametri koji se učestalo koriste u akustičkoj analizi glasa su jitter, shimmer i omjer signal – šum (HNR). Jitter i shimmer, mjere nepravilnosti u fundamentalnoj frekvenciji, dobivaju se iz produljene produkcije vokala

(Teixera i sur., 2013) te povišene vrijednosti ukazuju na patologiju u glasu (Farrús i sur., 2007). Smanjena kontrola vibracije glasnica utječe na jitter, a masovne lezije na glasicama i smanjenje vokalnog otpora rezultiraju povišenim vrijednostima shimmera (Teixera i sur., 2013). Uporabom zaštitnih maski nije došlo do značajnih promjena u vrijednostima jitera i shimmera (McKenna i sur., 2021; Maryn i sur., 2021).

Omjer harmoničnog i šumnog dijela spektra (HNR, harmonics-to-noise ratio) parametar je koji odražava kvalitetu glasa i izražava se u decibelima (Ferrand, 2002). Kvantitativno procjenjuje šumnu komponentu u odnosu na harmoničnu komponentu vokala te je objektivna metoda u uočavanju vokalne patologije procjenjujući promuklost i u procjeni rezultata terapije (Yumoto i sur., 1982). Koristi se kako bi procijenio razinu šuma u signalima ljudskog glasa (Qi i Hillman, 1997) i objedinjuje nekoliko aspekata akustičke stabilnosti signala (de Krom, 1993). Prosječne vrijednosti HNR-a u istraživanju Ferranda (2002) iznosile su 7.82 dB za mlade ispitanike i 7.91 dB za stariju dobnu skupinu. Till i sur. (1992) prema Ferrand (2002) navode da su vrijednosti između 11 i 13 dB normalne za odrasle osobe. Istraživanja su pokazala da upotreba zaštitnih maski ima utjecaj na kretanje vrijednosti omjera signal – šum. Uslijed nošenja zaštitnih maski dolazi do značajnog povećanja vrijednosti HNR-a (Nguyen i sur., 2021; Gama i sur., 2022; McKenna i sur., 2021). U istraživanju Nguyena i sur. (2021) prosječna vrijednost u uvjetima bez maske iznosila je 25 dB, uz medicinsku masku 27.3 dB i 28.4 dB prilikom uporabe KN95 maske. Povećani HNR primijećen je kod osoba koje govore glasnije, osoba koje imaju povišeni vokalni intenzitet (Sampaio i sur., 2020, prema Gama i sur., 2022). Povećane vrijednosti ne predstavljaju poboljšanje u kvaliteti glasa tijekom govora s maskom, već do promjene dolazi uslijed povećanja u vokalnom intenzitetu i prigušenja visokih frekvencija (McKenna i sur., 2021), odnosno zbog procesa prilagodbe tijekom uporabe maske što posljedično dovodi do povećanja u vokalnoj produkciji (Gama i sur., 2022).

Kao što su povećane vrijednosti HNR-a posljedica povećanja intenziteta glasa i prigušenja u području visokih frekvencija, a ne pokazatelj povišene kvalitete glasa, isto vrijedi i za vrijednosti CPP-a (cepstral peak prominence) (McKenna i sur., 2021). CPP je objektivna mjera disfonije koja predstavlja povezanost periodične u odnosu na aperiodičnu energiju u signalu (Patel i sur., 2018). Hillenbrand i sur. (1994) definirali su je kao razliku u amplitudi između kepralnog vrha i odgovarajuće vrijednosti na regresijskoj liniji koja se nalazi ispod vrha. Visoko periodični signali pokazuju dobro definirane harmonijske strukture i posljedično istaknutije kepralne vrhove, dok signali s manje strukturiranom ili relativno ravnom

harmonijskom strukturom imaju niže kepralne vrhove (Hillenbrand i sur., 1994; Heman-Ackah i sur., 2002). Spomenuta mjera smatra se najboljim pokazateljem cjelokupne disfonije (Heman-Ackah i sur., 2002), može se izdvojiti iz povezanog govora i produljenih vokala te ne zahtijeva direktna preračunavanja iz fundamentalne frekvencije (Murton i sur., 2020). McKenna i sur. (2021) uočili su povećanje vrijednosti CPP-a koje je bilo značajno kada su ispitanici nosili zaštitne maske. Navedeno povećanje vrijednosti objašnjavaju promjenama u vokalnom intenzitetu, odnosno povećanjem intenziteta koje uzrokuje uporaba maski. Kod muških ispitanika vrijednosti CPP-a iznosile su 8.13 dB s maskom i 6.76 dB bez maske. Primijećene su i razlike između spolova. Ženski ispitanici imali su značajno viši CPP negoli muški u mjerenjima bez zaštitne maske. Utjecaj spola na mjere CPP-a uočen je i u istraživanju McKenne i sur. (2021) kod zdravstvenih djelatnika, s višim vrijednostima kod ženske populacije što objašnjavaju anatomskim različitostima između muškaraca i žena – duljim vokalnim traktom kod muškaraca. No značajne razlike nisu pronađene s obzirom na utjecaj nošenja maske. Do promjena u vrijednostima nije došlo ni u istraživanju Joshija i sur. (2021). Razlika koja je zamijećena odnosila se na vrijednosti CPP-a na zadatku fonacije vokala /a/ na udaljenosti od 30 cm tijekom uporabe KN95 maske u kombinaciji s medicinskom maskom (KN95+MED) i KN95 maske uz vizir (KN95+VIZIR). Značajno niže vrijednosti zabilježene su u kombinaciji KN95+VIZIR gdje je prosječna vrijednost CPP-a iznosila 12.17 dB u odnosu na KN95+MED s vrijednošću 13.02 dB. Autori takvu promjenu objašnjavaju učinkom vizira koji djeluje na način da vokalnom signalu dodaje šum i posljedično mijenja vokalni output (Joshi i sur., 2021).

Zaštitne maske predstavljaju specifičnu situaciju u kojoj se vokalni odgovor ne manifestira samo kao promjena u fundamentalnoj frekvenciji. Ograničavaju pokrete usana i čeljusti te prigušuju određene rezonantne frekvencije. Posljedično, dolazi do kompenzacijskog vokalnog odgovora za specifične barijere (McKenna i sur., 2021). McKenna i sur. (2021) navedeno objašnjavaju i promjenama u L/H spektralnom omjeru kod određenih vrsta zaštitnih maski, a više je varijabilnosti u raspodjeli energije kroz spektar uočeno kod KN95 maski. L/H (low-to-high) omjer spektralne energije mjera je koja se koristi u opisivanju kvalitete glasa. Navedeni se omjer odnosi na prosječnu energiju govornog signala u području ispod 4 kHz u odnosu na prosječnu energiju u području iznad 4 kHz (Garrett, 2013). Awan (2011; prema Garret, 2013) opisuje glasove normalne kvalitete i povezuje ih s povišen L/H omjerom, odnosno prisutnošću veće količine energije u nižem frekvencijskom području. S druge strane, glasovi narušene kvalitete imaju sniženi L/H omjer, više energije smješteno je u području

visokih frekvencija. Značajan utjecaj zaštitnih maski na L/H omjer uočen je u nekoliko istraživanja. McKenna i sur. (2021) navode značajno povećanje L/H omjera uz uporabu KN95 maske kod zdravstvenih djelatnika (8.51 dB) u odnosu na medicinske maske (7.89 dB). U sličnom istraživanju McKenna i sur. (2021), L/H omjer značajno je veći za N95 maske u odnosu na medicinske maske i uvjete bez maske što objašnjavaju prigušenjem signala na području visokih frekvencija, iznad 4000 Hz. Slične rezultate dobili su i Nguyen i sur. (2021). Uspoređivali su akustičke parametre glasa tijekom govora sa i bez zaštitne maske. Analizirana je fonacija vokala /a/ i povezani govor uz uporabu obične medicinske maske, KN95 maske i u uvjetima bez maske. Frekvencijska područja L/H omjera bila su u rasponu od 0 – 1000 Hz i od 1000 – 8000 Hz. Prilikom fonacije vokala /a/ značajne razlike između tri uvjeta nisu bile uočene, no situacija je bila drugačija kod povezanog govora. L/H omjer bio je najviši uz uporabu KN95 maske (28.2 dB), nešto niži uz medicinsku masku (25.2 dB) i najniži bez prisutnosti zaštitne maske (23 dB). Strmiji spektralni nagib koji se vidi u povećanju L/H omjera dovodi do prigušenja spektralnih razina u frekvencijskom području od 1000 do 8000 Hz u odnosu na područje nižih frekvencija od 0 do 1000 Hz (Nguyen i sur., 2021).

Iako se najveći broj istraživanja utjecaja zaštitnih maski na glas bavio akustičnim parametrima, postoji nekoliko radova u kojima je spomenut utjecaj i na perceptivne i aerodinamičke parametre. Kao što je prethodno navedeno, u auditivno-perceptivne parametre glasa ubrajaju se šumnost, napetost, hrapavost (Nguyen i Madill, 2023) te visina i glasnoća glasa (Kempster i sur., 2009). Nguyen i sur. (2021) u svome su istraživanju uporabom CAPE-V upitnika određivali glasnoću glasa te došli do zaključka kako postoji blago povećanje uslijed uporabe zaštitne maske, iako ono nije statistički značajno. Autori su prema tome pretpostavili kako uporaba zaštitnih maski nema nužno značajan utjecaj na glasnoću glasa (Nguyen i sur., 2021), već da do povećanja dolazi uslijed tendencije osobe da govori glasnije kako bi je druge osobe čule (Karagkouni, 2021).

Zaštitne maske imaju i utjecaj na razumljivost govora koju Palmiero i sur. (2016) definiraju kao uočenu kvalitetu prijenosa zvuka. Ograničavaju pojedine pokrete artikulatora, ponajviše pokrete usana i čeljusti te na taj način dovode do učinka „mrmljanja“ i posljedično ometanja govorne razumljivosti (McKenna i sur., 2021). Uz samu govornu razumljivost, maske utječu na jasnoću govora. Ona je jedan od mnogih stilova koji govornici svjesno ili nesvjesno rabe ovisno o komunikacijskoj situaciji. Takav se govor često izjednačava s terminima kao što su „dobra“ ili „izražajna“ dikcija te se javlja u komunikacijski zahtjevnijim situacijama kao što su govor uz pozadinsku buku ili oštećenje sluha (Uchanski, 2005). Prema

Nguyenu i sur. (2022) govorna je jasnoća smanjena u uvjetima kada osoba koristi zaštitnu masku, medicinsku ili KN95 masku, iako je teško sa 100%-tnom točnošću tvrditi da su zaštitne maske odgovorne za narušenu jasnoću govora. Interakcijom zaštitnih maski, signala frikativa i pokreta artikulatora dolazi do promjena u kvaliteti proizvodnje frikativa i posljedično do pogrešne percepcije segmentalnih jedinica govora. Iz tog razloga, kako bi se nadomjestio gubitak informacija o frikativima tijekom uporabe zaštitne maske, govornici koriste strategiju kojom pokušavaju poboljšati proizvodnju frikativnih glasova (Nguyen i sur., 2022).

Zanimljivo istraživanje proveli su Oren i sur. (2021) kojemu je cilj bio ispitati kako zaštitne maske djeluje na akustičke i perceptivne parametre glasa, ali ne tijekom govora, već kod pjevanja. Kao i u već nekim spomenutim istraživanjima, ovdje nisu sudjelovali ispitanici čiji se glas tijekom pjevanja analizirao nego simulator dišnih puteva (lutka) u kojem je bio smješten zvučnik koji je prenosio signal. Obična marama, medicinska maska, respiratorna N95 maska i akustička pjena (materijal koji potencijalno može služiti u izradi novih zaštitnih maski) zaštitne su maske koje su rabljene i čiji se učinak na pjevni glas promatrao. Pojačanje frekvencija prisutno je kod svih maski u rasponu do 2 kHz. S obzirom da obična marama ima izrazitu nisku učinkovitost filtracije, tako je i njen utjecaj na auditivne i perceptivne parametre bio minimalan u odnosu na uvjete bez maske. Uočeno je pojačanje manje od 2.5 dB na frekvencijama iznad 4 kHz. Najveće pojačanje, približno 5 dB, imale su dvoslojne pamučne maske, kao i medicinske kod kojih je značajni porast zabilježen na frekvencijskom području od 4.5 do 7 kHz (Oren i sur., 2021). Kako je upotreba zaštitnih maski dovela do pojačanja određenih frekvencija, tako je i na drugim frekvencijskim pojasevima zabilježeno prigušenje pojedinih frekvencija. Respiratorne N95 maske nude visoku razinu zaštite od čestica aerosola te posljedično dovode do većeg potiskivanja frekvencija između 2 i 5 kHz te iznad 6 kHz i veće interferencije s auditivno perceptivnim obilježjima glasa tijekom pjevanja. Prigušenje frekvencija kod medicinske maske bilo je vidljivo u rasponu od 3 do 5 kHz dok marame kojima se prekriju nos i usta nisu dovele do značajnih promjena u spektru (Oren i sur., 2021).

Što se aerodinamičkih parametara glasa tiče, zaštitne maske mijenjaju fonorespiratornu koordinaciju te posljedično i emisiju glasa (Heider i sur., 2021). Navedena promjena može biti izraženija uporabom dvije maske simultano, posebice uporabom medicinske maske ispod respiratorne maske (Heider i sur., 2021). Lin i sur. (2021) uočili su razliku u maksimalnom vremenu fonacije osoba uslijed uporabe medicinske maske. Maksimalno vrijeme fonacije (MVF) mjera je koja se često koristi kako bi se opisala vokalna

funkcija pojedinca. Gleda se koliko dugo osoba može fonirati neki vokal, najčešće se radi o vokalu /a/ (Maslan i sur., 2011). Naime, kod ispitanika koji su imali 45 godina ili manje, ono se povećalo, dok se kod ispitanika starijih od 45 godina smanjilo. Kao razlog tome navode spoznaju da medicinske maske djeluju kao barijera te se samim time smanjuju vitalni kapacitet pluća osobe, bez prethodnih zdravstvenih tegoba, u određenoj mjeri. Zbog toga, starijim osobama teže je nadomjestiti smanjenje vitalnog kapaciteta što posljedično dovodi do kraćeg MVF-a (Lin i sur., 2021).

5.2. Istraživanja usmjerena na samoprocjenu pojedinca o teškoćama s glasom uslijed uporabe zaštitnih maski

Samoprocjena glasa jedna je od važnih sastavnica koje se koriste u svakodnevnoj kliničkoj praksi tijekom procjene glasa. Iako subjektivna, pruža važne informacije o glasu s obzirom na to da one dolaze od same osobe o čijem se glasu radi. Vrlo je važno da se rezultati takve procjene sagledaju uz rezultate objektivne procjene glasa kako bi se dobio bolji uvid u stvarno stanje kvalitete glasa osobe (Dejonckere i sur., 2001).

Percepcija jačine teškoća s glasom razlikuje se od osobe do osobe ovisno o vokalnim potrebama u svakodnevnom životu. Pojedinci kojima je glas primarno sredstvo rada, odnosno vokalni profesionalci, izražavaju veću zabrinutost za naizgled blaže probleme s glasom. S druge strane, osobe koje ne koriste glas kao primarno sredstvo rada lakše se nose s vidljivo ozbiljnijim teškoćama glasa (Karagkouni, 2021). Percepcija osobe koja proizvodi glas i manifestira se kao osjećaj povećanog vokalnog napora zove se vokalni zamor ili fonastenija. Javlja se tijekom pojačane fonatorne aktivnosti, pojačava tijekom vremena uporabe glasa i smanjuje odmorom. Vokalnom zamoru sklonije su osobe koje u većoj mjeri koriste glas za profesionalne aktivnosti (Kovačić, 2002; Solomon, 2008). Prema Rodrigues i sur. (2013), prisutnost nelagode u vokalnom traktu povezuje se s negativnom percepcijom vokalnog iskustva, no ne mora nužno ukazivati na ozbiljnije teškoće s glasom. Međutim, kada su uz vokalnu nelagodu prisutni neki drugi specifični simptomi povezani s glasom, postoji mogućnost prisutnosti poremećaja glasa.

Ribiero i sur. (2022) proveli su istraživanje čiji je cilj bio ispitati vokalnu samopercepciju osoba koje nose zaštitne maske za obavljanje osnovnih svakodневnih aktivnosti te onih koji ih upotrebljavaju za osnovne i profesionalne aktivnosti tijekom

pandemije koronavirusa u Brazilu. Grupa koja je koristila zaštitne maske za osnovne i profesionalne aktivnosti imala je značajno više rezultate za simptome vokalnog zamora u vidu umora, teškoća s glasom i izbjegavanja uporabe glasa. Također, prisutne su bile značajno više vrijednosti na Indeksu vokalnog zamora (Vocal Fatigue Index) što upućuje na činjenicu da uporaba glasa uslijed nošenja maske može dovesti do simptoma vokalnog zamora i ograničenja s uporabom glasa tijekom obavljanja profesionalnih aktivnosti. Nadalje, kod ispitanika iz navedene grupe zabilježena je veća jačina i učestalost nelagode vokalnog trakta, kao i izraženije teškoće u koordinaciji govor-disanje. Autori kao mogući razlog navode veću količinu uporabe glasa, a ne samih obilježja vokalnih zahtjeva. Simptomi prisutni kod ispitanika mogu se povezati s potrebom povećanja intenziteta glasa pojedinca i lošijom respiratornom podrškom kako bi se nadomjestilo smanjenje zvuka (Ribiero i sur., 2022). Sukladno istraživanju Ribiera i sur. (2022), u istraživanju Shekaraiaha i Suresha (2021) uočen je vokalni zamor i percipirani problemi glasa uslijed uporabe zaštitnih maski. Kod osoba koje koriste masku dolazi do povećanih vokalnih zahtjeva te samim time i opterećenja glotisa. Kod vremenski dužeg govora s maskom, osobe pokušavaju nadomjestiti navedene učinke neprikladnim vokalnim prilagodbama što može dovesti do pogrešnog načina uporabe glasa. Kao rezultat, osobe percipiraju povećani vokalni napor, zamor i nelagodu te se dovode u opasnost od rizika za razvoj poremećaja glasa (Shekaraiah i Suresh, 2021). Povećanu percepciju vokalnog napora i zamora i osjećaja nelagode u vokalnom traktu uslijed uporabe zaštitnih maski spominju i Gama i sur. (2022), kao i teškoće u koordinaciji govor-disanje. Takvo povećanje, ali i smanjenje vokalnog napora Fiorella i sur. (2021) objašnjavaju kao nesvjestan pokušaj prilagodbe vokalnog intenziteta novoj komunikacijskoj situaciji.

Učincima uporabe zaštitne maske na glas prema samoprocjeni ispitanika bavio se i Karagkouni (2021). Osobe koje su sudjelovale u istraživanju tijekom radnog vremena nosile su maske i trebale procijeniti vlastiti glas te jačinu i učestalost simptoma koji se javljaju uslijed uporabe maski. Rezultati su pokazali da osobe koje nose zaštitne maske tijekom radnog vremena doživljaju veće teškoće u koordinaciji govor-disanje, prijenosu poruke i cjelokupnoj komunikaciji. Više od 50% ispitanika u istraživanju navodi teškoće u čujnosti i razumijevanju govora te njih 70% koristi glasniji govor kako bi prevladali barijeru koju stvaraju maske. Nadalje, pojedinci koji su nosili zaštitne maske nekoliko mjeseci imali su povišene rezultate na fizičkoj skali Indeksa vokalnih teškoća (VHI). S druge strane, osobe koje su masku nosile kraće vrijeme, odnosno manje od nekoliko mjeseci, pokazale su više rezultate na emocionalnoj i funkcionalnoj skali VHI-a. Objašnjenje navedenih razlika i

raspodjele rezultata povezano je s teškoćama prilagodbe na nove fonatorne zahtjeve s kojima se pojedinci susreću tijekom nošenja maske što dovodi do posljedica u socioemocionalnom aspektu. Ispitanici koju su nosili masku duže vrijeme, uspjeli su prevladati navedene teškoće, no još se uvijek susreću s fizičkim problemima s glasom (Karagkouni, 2021). Još je u nekoliko radova ispitana samopercepcija teškoća s glasom uporabom Indeksa voklanih teškoća (VHI). Polo i La (2021) ispitivali su samopercepciju problema s glasom kod izvornih govornika španjolskog i portugalskog jezika uslijed uporabe zaštitnih maski na VHI-u. Rezultati su pokazali da ispitanici primjećuju veće teškoće s glasom uslijed uporabe maske. Uočeno je značajno povećanje u ukupnom broju bodova na VHI skali u uvjetima s maskom bez razlika između dvije grupe. Statistički značajna povezanost nije pronađena između ukupnog broja bodova na VHI skali i nacionalnosti, vrsti zaštitne maske te vremenu uporabe. Međutim, spol, profesionalna razina i navike pušenja cigareta čimbenici su koji mogu utjecati na razlike između uvjeta sa i bez maske (Polo i La, 2021). Heider i sur. (2021) uspoređivali su rezultate ispitanika na VHI-u svoga istraživanja o utjecaja zaštitnih maski na glas zdravstvenih djelatnika s rezultatima kontrolne grupe u španjolskoj adaptaciji i validaciji VHI-10 upitnika od Núñez-Batallae i sur. (2007). Prema Heider i sur. (2021), na VHI-10 upitniku, 26.24% zdravstvenih djelatnika ima poremećaj glasa te njih 33% navodi probleme s glasom. Usporedbom rezultata uočene su značajno veće središnje vrijednosti u grupi zdravstvenih djelatnika (7.92, Heider i sur., 2021) u odnosu na ispitanike Núñez-Batallae i sur. (2007) čija je središnja vrijednost iznosila 2.2. Rad Heidera i sur. (2021) ukazuje na poveznicu između teškoća s glasom i uporabu zaštitnih maski s obzirom da većina zdravstvenih djelatnika koji su prijavili probleme s glasom i imali povišene vrijednosti na VHI-10 nisu imali prethodno postavljene dijagnoze poremećaja glasa niti teškoće s glasom. Povišene vrijednosti na VHI-10 upitniku kod 33.7% zdravstvenih djelatnika uočene su i u istraživanju Hamdana i sur. (2022) te oni navode kako do takvog povećanja dolazi uslijed povećanja u vokalnom naporu i zamoru. Uporabom VAS-a procijenili su percepciju vokalnog napora i zamora ispitanika. Vizualna analogna skala (VAS – Visual Analog Scale) subjektivna je mjera akutne i kronične boli. Ispitanici na liniji od 10 cm označavaju koju razinu boli osjećaju, krećući se od „bez boli“ do „najjače boli“ (Delgado i sur., 2018). Središnja vrijednost vokalnog zamora iznosila je 3.05 te $\frac{1}{3}$ ispitanika pokazuje umjereni ili teški vokalni zamor. Isto tako, 45% ispitanika pokazuje umjereni ili teški vokalni napor sa središnjom vrijednošću 3.63 (Hamdan i sur., 2022). Slične rezultate u percepciji vokalnog napora dobili su McKenna i sur. (2021), također na populaciji zdravstvenih djelatnika koji su nosili maske minimalno 6 sati dnevno. Značajan porast u percepciji vokalnog napora na VAS-u bio je prisutan nakon

radnog vremena. Ispitanici su također navodili da im je uslijed uporabe maski ponekad bilo teško doći do daha, ali taj je osjećaj nestao nakon uklanjanja maske (McKenna i sur., 2021).

Martin i sur. (2020) kao glavne probleme pojedinaca koji nose zaštitne maske navode činjenicu da imaju teškoća s razumijevanjem drugih ili se njih ne razumije kada govore. Do toga može doći uslijed smanjene projekcije glasa i jasnoće govora uz ponavljanje govornih zvukova koji su prigušeni i prisutnost pozadinske buke. Promjene i probleme s glasom kada je počeo rabiti zaštitnu masku opisao je Vallee (2020) te su neka od njegovih opažanja slijedeća: „*Moj glas je zbijen, okrnjen i filtriran.*“, „*Prijenos ovim glasom je ograničen.*“, „*Disanje i glas nisu u hijerarhiji – dio su jednog sredstva prijenosa.*“, „*Boja moga glasa je poprilično prigušena.*“, „*Čujemo dvije verzije vlastitog glasa – jednu koja kreće iz glasnica i odjekuje u lubanji i drugu koja je zvuk glasa koji napušta usta i odjekuje od površine i u zraku oko nas.*“, „*Da budem čujan, govorim jasnije, glasnije, naglašavam...*“ i „*Moj glas je alat koji držim u rukama i očima.*“. Neke od rečenica kojima je Vallee (2020) opisao svoje iskustvo uporabe maske mogu se usporediti s prethodno navedenim istraživanjima te uočiti određenu razinu podudaranja između objektivnih ispitivanja utjecaja zaštitne maske na glas i subjektivnog doživljaja pojedinca.

5.3 Utjecaj vrste maske na parametre glasa

Na tržištu postoji više vrsta zaštitnih maski koje pružaju različitu razinu zaštite od respiratornih bolesti, ali isto tako, njihov se utjecaj na glas u određenim aspektima razlikuje. Na učinak prigušenja koji zaštitne maske imaju utječu vrsta materijala, broj slojeva, debljina maske, ali i način na koji je maska rađena, odnosno obrazac tkanja (Corey i sur., 2020) te govornici prema svojstvima zaštitnih maski prilagođavaju način fonacije (McKenna i sur., 2021). Oren i sur. (2021) također ističu da vrsta i debljina materijala određuju pojedina svojstva glasa tijekom govora s maskom te utječu na percepciju glasa povećanjem ili prigušenjem određenih frekvencija. Iako imaju ograničenu zaštitu od čestica virusa, medicinske maske smatraju se boljim izborom u odnosu na druge maske s obzirom na učinkovitost u proizvodnji glasa i utjecajem na komunikaciju te se preporučuju u situacijama gdje ne dolazi do visoke razine stvaranja aerosola (McKenna, 2021; Shekaraiah i Suresh, 2021). Maske rađene s prozračnim materijalima omogućuju veću akustičku transmisiju za razliku od transparentnih maski koje pokazuju lošiju akustičku izvedbu (Corey i sur., 2020). Jedna od najviše korištenih respiratornih maski, KN95, razlikuje se od standardnih

medicinskih maski u vidu degradacije govornog signala te se prema tome i slušateljevi mehanizmi prilagodbe u govornoj percepciji razlikuju u trenutku slušanja govora s maskom (Nguyen i sur., 2021). Respiratorne KN95 maske koje imaju 2 sloja i debljine su 0.6 mm prigušuju akustički signal za 4 dB, dok troslojne medicinske maske debljine 0.4 mm, od polipropilena, dovode do prigušenja akustičkog signala od 3.6 dB. Uporaba medicinskih ili KN95 maski dovodi do smanjenja spektralnih amplituda frikativa (Nguyen i sur., 2022).

Sve vrste pokrivala za lice prigušuju zvukove visokih frekvencija iznad 1 kHz, međutim, kod transparentnih maski je navedeno prigušenje izraženije. Sve maske, samostalno ili u kombinaciji, u određenoj mjeri utječu na razumijevanje izrečenog zbog učinka akustičkog prigušenja. Kao što je navedeno, kod transparentnih maski i vizira efekt akustičkog prigušenja je veći, međutim, to mogu nadomjestiti pružanjem vizualnih informacija s lica govornika. Djelomični viziri rezultiraju većim prednjim prigušenjem u odnosu na one koji prekrivaju samo nos i usta te preusmjeravaju zvuk sa strane. Također, kada je prisutna kombinacija vizira s jednom ili više zaštitnih maski, prigušenje se povećava za dodatnih 10 – 16 dB što rezultira ukupnim prigušenjem govornih frekvencija od otprilike 16 – 25 dB (Atcherson i sur., 2021). U prilog tome govore i rezultati istraživanja Shekaraiaha i Suresha (2021) prema kojemu akustičke mjere glasa pokazuju najveće prigušenje signala amplitude na govornim frekvencijama uslijed uporabe transparentnih maski nakon čega slijede respiratorne N95 i KN95 maske te naposljetku, s najmanjim prigušenjem, medicinske maske. Usporedbom utjecaja vrste zaštitne maske na svojstva glasa i govora bavili su se i Maryn i sur. (2021). U svome su istraživanju koristili jednokratnu medicinsku masku, respiratornu FFP2 masku i transparentnu masku (maska od tkanine s plastičnim otvorom na ustima). Mjere su bile uspoređene u uvjetima sa i bez maske u 26 svojstava glasa i govora. Koristili su simulator, model koji proizvodi glas zvan VESPA (Voice-Emitted-by-Spare-Parts). Rezultati su pokazali kako su učinci zaštitnih maski na akustički mjerenu kvalitetu glasa najmanje vidljivi kod jednokratnih medicinskih maski. Autori navode da je razlog tome sam dizajn maske – najlakše su i lako sklopive pa samim time najmanje otporne na radijaciju glasa. Respiratorna maska FFP2 i transparentna maska manje su propusne za govorne zvukove te samim time imaju veći utjecaj na akustička svojstva glasa. To se može povezati i sa istraživanjem Coreya i sur. (2020) koji su zabilježili utjecaj maski na višim frekvencijskim područjima te istaknuli razlike u učinku ovisno o vrsti upotrijebljene zaštitne maske, s najmanjim utjecaj medicinske maske.

Razlike u karakteristikama zaštitnih maski i načinima njihove uporabe dovode i do različite samopercepcije teškoća s glasom te Heider i sur. (2021) navode kako su najviši rezultati na Indeksu vokalnih teškoća (VHI) prisutni kada se više različitih maski kombinira istovremeno, primjerice respiratorna maske preko medicinske maske. Oren i sur. (2021) ističu kako perceptivne mjere pokazuju izravnu poveznicu između vrste maske i percepcije pjevnog glasa. Ukoliko se osoba tijekom pjevanja odluči na uporabu respiratorne N95 ili medicinske maske, doći će do potiskivanja pojedinih frekvencija unutar formanta. S druge strane, značajan učinak na percepciju neće imati uporaba akustičke pjene, no navedeni materijal još se ne koristi u komercijalne svrhe. Stoga je važno da prilikom odabira zaštitnih maski pjevači biraju one koje su rađene od materijala koji su učinkoviti u filtraciji čestica aerosola te ne dovode do prevelikog potiskivanja frekvencija (Oren i sur., 2021).

5.4. Utjecaj zaštitnih maski na glas osoba s postojećim poremećajima glasa

Istraživanja o utjecaju zaštitnih maski na kvalitetu glasa uglavnom su usmjerena na pojedince čija kvaliteta glasa nije prethodno narušena i koji nemaju teškoće s glasom. S druge strane, malo je podataka dostupno o tome kako govor s maskom utječe na glas osoba koje već imaju postojeće dijagnoze poremećaja glasa.

Jedno od istraživanja koje se bavilo utjecajem uporabe zaštitnih maski na akustičke parametre glasa osoba s već postojećom dijagnozom poremećaja glasa je ono Choia i Kima (2023). U svoje su istraživanje uključili 20 ispitanika s hiperfunkcionalnim poremećajima glasa (HPG) – vokalnim nodulima, mišićnom tenzijskom disfonijom i adduktornom spastičnom disfonijom te isto toliko u kontrolnu grupu koja nije imala zabilježene poremećaje ili teškoće s glasom. Parametri glasa bili su mjereni na tri govorna zadatka – fonacija vokala /a/ i dva uzorka povezanog govora (treća rečenica iz CAPEV-a i druga rečenica iz odlomka iz standardnog korejskog teksta – SP2) u tri uvjeta – bez maske, s medicinskom maskom i s KF94 maskom. Mjere jitter, shimmer i NHR (Noise-to-Harmonics Ratio; omjer šum-signal) nisu se značajno razlikovale u uvjetima sa i bez maske te nisu zabilježene razlike između spola kod osoba s hiperfunkcionalnim poremećajima glasa. U kontrolnoj skupini također nisu pronađene razlike između žena i muškaraca, no primijećeno je značajno povećanje vrijednosti jittera, shimmera i NHR-a u uvjetima s maskom (medicinskom ili KN94), negoli bez maske. Tijekom fonacije vokala /a/ vokalni je intenzitet bio viši u uvjetima bez maske kod kontrolne skupine, dok se u skupini s HPG-om nije mijenjao kroz različite uvjete što autori objašnjavaju

prilagodbama kako bi se nadomjestila fonacija uz masku u vidu pojačanog vokalnog napora (Chio i Kim, 2023). Međutim, na uzorcima povezanog govora uočeno je značajno smanjenje vokalnog intenziteta uz KN94 (CAPEV-3 = 63.67 dB; SP2 = 61.84 dB) u odnosu na uvjete bez maske (CAPEV-3 = 65.91 dB; SP2 = 65.56 dB). Jedina značajna promjena u CPP-u vidljiva je u rečenici iz standardnog korejskog teksta u vidu značajno nižih vrijednosti u uvjetima bez maske u odnosu na uvjete s maskom i kod HPG (bez maske = 6.00; medicinska maska = 6.41; KF94 = 6.33) i kod kontrolne skupine. Također, kod obje skupine prisutne su značajno niže vrijednosti L/H omjera u uvjetima bez maske na svim govornim zadacima. Kod HPG skupine vrijednosti su bile slijedeće: bez maske - /a/ = 31.59; SP2 = 31.66; CAPEV-3 = 31.92, s medicinskom maskom - /a/ = 34.90; SP2 = 33.17; CAPEV-3 = 34.43 i uz KN94 - /a/ = 34.59; SP2 = 34.35; CAPEV-3 = 35.96.

Za razliku od Chio i Kima (2023) koji su se bavili akustičkim parametrima glasa, Lin i sur. (2022) usmjerili su se na perceptivne parametre. Ispitali su učinke medicinskih maski na kvalitetu glasa osoba kod kojih su već prisutni poremećaji glasa te ih usporedili s kontrolom skupinom, osobama bez prisutnih teškoća s glasom. Ispitanici s poremećajem glasa bili su podijeljeni u tri skupine ovisno o dijagnozi koju su imali: dobroćudne lezije na glasnicama, nedostatno zatvaranje glotisa i lezije koje ukazuju na karcinom ili rani stadiji karcinoma glotisa. Auditivno-perceptivna procjena glasa provedena je uz pomoć GRBAS skale. U obzir su bili uzeti rezultati generalnog stupnja promuklosti, hrapavost i šumnost s obzirom da su gotovo svi ispitanici pokazivali normalne rezultate što se slabosti i napetosti glasa tiče. Rezultati su pokazali da su se generalni stupanj promuklosti i hrapavost značajno smanjili uslijed uporabe zaštitne maske kod ispitanika s benignim lezijama na glasnicama. S druge strane, učinak medicinskih maski kod skupine s lezijama koje upućuju na karcinom ili ranim stadijima karcinoma glotisa bio je mnogo niži s obzirom na viši stupanj promuklosti glasa. Autori (Lin i sur., 2022) prema navedenim rezultatima zaključuju da što je blaži oblik promuklosti prisutan, to je veći utjecaj medicinskih maski na rezultate auditivno-perceptivne procjene. S obzirom da se glavni parametar koji je utjecao na stupanj promuklosti razlikovao kod različitih poremećaja, mjere šumnost glasa kod grupe s benignim lezijama i grupe s karcinomom te hrapavost glasa kod grupe s nedostatnim zatvaranjem glotisa bile su stabilne uslijed uporabe medicinskih maski.

Provedenim istraživanjima utjecaja zaštitnih maski na akustičke i perceptivne parametre glasa osoba s već postojećim poremećajem glasa ističe se kako zaštitne maske, kao i kod osoba uredne kvalitete glasa, utječu na govorni signal, izraženije na području visokih

frekvencija, osoba s hiperfunkcionalnim poremećajem glasa (Ciao i Kim, 2023) te da opseg utjecaja maske na kvalitetu glasa može biti povezan s vrstom poremećaja glasa prisutnog kod pojedinca (Lin i sur., 2022).

5.5. Utjecaj zaštitne maske na usmjerenost glasa

Određene vrste zaštitnih maski mogu dovesti do narušene razumljivosti govora (Palmiero i sur., 2016) zbog gubitka u prijenosu govornog signala koji je prisutan kod uporabe istih. Smjer širenja glasa jedan je od čimbenika koji utječe na razlike u gubitku prijenosa. Kada se zvuk širi u različitim smjerovima, energija reverberacije manja je negoli ona usmjerena direktno te je jedan od čimbenika koji utječu na usmjerenost i položaj osoba koje su u interakciji – primjerice, lateralno širenje zvuka javlja se kada osoba koja govori okreće glavu u različite strane (Pörschmann i sur., 2020).

Pitanjem kako uporaba zaštitnih maski utječe na usmjerenost i širenje glasa te učinak navedenoga na govornu razumljivost bavili su se Pörschmann i sur. (2020). Promatrali su razlike u usmjerenosti govornog signala pomoću simulatora glave i usta koji se okretao u različitim smjerovima tijekom ispuštanja signala. Maske čiji su utjecaj promatrali su medicinska maska, KN95 i FFP2 filtrirajuće respiratorne maske, jednoslojna i dvoslojna pamučna maska i marama od mikrofibre. Analizom rezultata, kod svih vrsta zaštitnih maski bio je primjetan gubitak u prijenosu na frekvencijama iznad 2 kHz. Širenje zvuka frontalno uz uporabu respiratornih maski (KN95 i FFP2) pokazalo je nagli porast gubitka transmisije iznad 2 kHz. Najveće zabilježeno povećanje bilo je prisutno u frekvencijskom rasponu od 3 do 15 kHz i iznosilo je čak 15 dB. Kod dvoslojne pamučne maske zabilježen je drugačiji obrazac prijenosa ovisan o frekvencijama. Naime, porast gubitka prijenosa bio je sličan do 2 kHz, međutim, prvi snažan vrhunac zabilježen je već na frekvencijskom području od 900 Hz. Ostali smjerovi širenja signala pokazuju slične obrasce gubitka prijenosa kao i kod frontalnog širenja uz nekoliko izmjena. Vrhunci kod respiratornih maski varirali su s obzirom na smjer usmjerenosti, vrhovi su bili manje izraženi te je oblik krivulje bio blaži. Dva vrhunca bila su prisutna kod maski od tkanine (pamučne maske i šal od marama od mikrofibre), jedan na 900 Hz, a drugi na 4 kHz. Prilikom uporabe šala od mikrofibre, maksimalan gubitak prijenosa iznosio je manje od 3 dB, dok je navedena vrijednost iznosila manje od 6 dB kod medicinske maske i jednoslojne pamučne maske. Kod dvoslojne pamučne maske, gubitak do 3 dB zabilježen je i na području niskih frekvencija (Pörschmann i sur., 2020).

Usmjerenost širenja promatrana je na frekvencijama iznad 500 Hz. Uočene su varijacije manje od 1 dB na pojasevima od 3 oktave iznad 1.25 kHz. Veće razlike su zabilježene prilikom uporabe dvoslojne pamučne maske s razlikom od 1 dB u vertikalnom/okomitom smjeru te su rasle u magnitudi s povišenim frekvencijama iznad 1.25 kHz. S druge strane, filtrirajuće respiratorne maske pokazale su najveće razlike u odnosu na referentne vrijednosti s najvećim gubitkom prijenosa na području od 3.15 kHz i značajnim varijacijama u usmjerenosti. Usmjerenost se kod ovih maski razlikovala i kod susjednih frekvencijskih pojaseva te je bila puna šira kod FFP2 na području iznad 4 kHz, a od 5 kHz snažnije usmjerena prema naprijed (Pörschmann i sur., 2020).

Promatrane su i promjene u Indeksu usmjerenosti (DI – Directivity Index) koji je Molloy (1948) opisao kao „*omjer ukupne izlazne akustičke energije sredstva širenja zvuka u odnosu na akustičku izlaznu energiju izvora zvuka koji proizvodi isti pritisak na istoj točki na osi*“. Pörschmann i sur. (2020) ističu razlike u DI-u na pojasevima treće oktave u području od 630 Hz do 8 kHz. Za gotovo sve vrste maski uporabljenih u istraživanju razlike manje od 1 dB nađene su na frekvencijama ispod 4 kHz, a razlike do 2 dB na frekvencijskom području od 4 do 8 kHz. KN95 i FFP2 respiratorne maske razlikovale su se u tom pogledu. Imale su najveći utjecaj na DI te je on na frekvencijama od 3.15 do 6.3 kHz bio promjenjiv, dok je značajno smanjenje uočeno u rasponu od 3 do 5 kHz. FFP2 maske pokazuju oštri porast prema visokim frekvencijama, počevši od 5 kHz, koji iznosi 5 dB više nego što je to slučaj kod ostalih vrsta zaštitnih maski. Pörschmann i sur. (2020) smatraju kako su navedene promjene kod respiratornih maski u skladu s prethodnim opažanjima koja potvrđuju da su najveće razlike u usmjerenosti za istu masku na istom frekvencijskom području.

6. UTJECAJ ZAŠTITNIH MASKI NA PROCJENU GLASA

Od pojave koronavirusa, ljudska se svakodnevnica promijenila te je došlo do privikavanja na novonastale uvjete u kojima su zaštitne maske činile sastavni dio osobne zaštite na mnogim područjima ljudskog djelovanja. S obzirom na njihovu rasprostranjenost i utjecaj koji imaju na glas i njegove sastavnice te potrebu za standardiziranim instrumentalnim mjerama kako bi se dobio uvid o stvarnom stanju glasa, novonastala pandemija stvorila je velike izazove za kliničare uključene u proces procjene glasa s obzirom na visoki rizik zaraze tijekom procesa (Ho i sur., 2022).

Lin i sur. (2021) procjenu glasa opisuju kao kvalitativni način kojim se kroz različite parametre procjenjuje kvaliteta glasa. Novonastala situacija dovela je do provedbe procjene glasa uz obaveznu upotrebu zaštitnih maski, dok su se neke ustanove odlučile i za opciju procjene na daljinu – telepraksu (Lin i sur., 2021). U slučajevima kada se procjena provodi uživo i koristi zaštitna maska, važno je da se tijekom različitih mjerenja ne koristi više zaštitnih maski, odnosno da se uvijek koristi ista vrsta kako bi rezultati bilo ujednačeni (Joshi i sur., 2021). Promjene koje se mogu javiti u čujnosti i kvaliteti glasa prilikom uporabe zaštitnih maski mogu utjecati na auditivno-perceptivnu procjenu glasa (Nguyen i sur., 2021). Procjenom glasa uz uporabu medicinskih maski može doći do promjene vrijednosti određenih parametara. Takvo promjene mogu se objasniti kombinacijom više čimbenika – djelovanje zaštitnih maski kao akustički filter, pokušajima osobe da im glas zvuči čišće te prilagodbom vokalnog trakta što dovodi do pretpostavke da je stabilnost glasa tijekom procjene uz uporabu maske precijenjena (Lin i sur., 2021). S druge strane, Maryn i sur. (2021) kao neke od mjere glasa kod kojih nije potrebno mijenjati ishodišne vrijednosti tijekom procjene ističu intenzitet glasa, fundamentalnu frekveciju, omjer signal-šum te formante F1 i F2, ukoliko se koristi medicinska maska. S druge strane, CPP (cepstral peak prominence) i AVQI (Acoustic Voice Quality Index) uvelike ovise o vrste zaštitne maske koja se koristi, prema tome, normativne vrijednosti za spomenute mjere trebale bi se prilagoditi (Maryn i sur., 2021). Ho i sur. (2022) opisuju djelovanje respiratornih FFP2 i FFP3 maski te njihov utjecaj na ishode procjene. Kod produženih vokala i VRP-a (Voice Range Profile) moguće je provesti procjenu uz prethodno navedene respiratorne maske bez značajnog utjecaja na rezultate procjene. Profil opsega glasa (VRP – Voice Range Profile) mjera je koja prikazuje raspon intenziteta u odnosu na fundamentalnu frekvenciju u glasu (Titze, 1992). Međutim, prilikom procjene tijekom pjevanja, važno je obratiti pažnju na vokale /a/ i /u/ s obzirom da maske dovode do prigušenja signala na području visokih frekvencija (Ho i sur., 2022).

7. RIZIČNI ČIMBENICI KOJI MOGU DOVESTI DO POREMEĆAJA GLASA

Kod osobe mogu se javiti poremećaji glasa koji se povezuju s akutnim upalnim procesima, međutim, postoje i oni koji su kronični te ih se veže uz određena medicinska

stanja, socijalne ili profesionalne obrasce uporabe glasa, životne navike te druge čimbenike koji povećavaju rizik od razvijanja poremećaja glasa (Roy i sur., 2005).

Mnoga istraživanja, između ostaloga, bavila su se razlikama u prevalenciji poremećaja glasa između spolova te pokazala kako su žene sklonije razvoju poremećaja ili problema s glasom u odnosu na muškarce (Roy i sur., 2005; Hunter i sur., 2011; Polo i La, 2021) od puberteta pa sve do dobi rađanja djece (Nallamuthu i sur., 2023). Razlog tome mogu biti razlike u fiziologiji – prvenstveno larinksa, ali i općenito, hormonske razlike te bihevioralna obilježja (Hunter i sur., 2011). Kod žena su glasnice kraće te one proizvode glas na višoj frekvenciji. Također, uočena je manja količina hijaluronske kiseline u površnom sloju sluznice glasnice (Roy i sur., 2005). Hijaluronska je kiselina molekula koja privlači vodu te sudjeluje u održavanju volumena tkiva. Važna je za proizvodnju glasa zato što pruža glasnicama viskoelastična svojstva (Ward i sur., 2002) te njenim manjim udjelom kod žena dolazi do manjeg vlaženja tkiva i sporijeg zacjeljivanja rana te posljedično većim rizikom za poremećaje glasa (Roy i sur., 2005). Nadalje, Hunter i sur. (2011) spominju i razlike u endokrinom sustavu između muškaraca i žena te ističu kako kod žena postoji poveznica između pojave teškoća s glasom i oscilacijama hormona za vrijeme menstruacije u vidu smanjene vokalne snage, pojave vokalnog napora i smanjenog raspona glasa. Uz utjecaj spola, Roy i sur. (2005), promatranjem poremećaja glasa u općoj populaciji, kao jedan od mogućih uzroka većeg rizika ističu i dob (40 – 59 godina), iako u kasnijem istraživanju na starijoj populaciji (Roy i sur., 2007) dob nije bila značajni čimbenik rizika, odnosno, porastom dobi učestalost poremećaja glasa nije rasla. Ukoliko osoba pati od ezofagealnog refluksa, ima učestale upale sinusa ili je sklona prehladama, sklonija je poremećajima glasa (Roy i sur., 2005). Kod starije populacije (> 65 godina) faktorima dodatnog rizika uz navedeno smatraju se kronični bolovi, pretrpljene teške ozljede leđa i vrata te niske razine fizičke aktivnosti (Roy i sur., 2007).

Određene životne navike pojedinca i obrasci uporabe glasa isto se tako povezuju s rizikom od poremećaja ili teškoća s glasom. Primjerice, obrasci vokalnog ponašanja učestalije primijećeni kod osoba koje imaju poremećaje glasa u odnosu na ostalu populaciju su glasno govorenje, kašljanje, pročišćivanje grla i drugi načini zlouporabe glasa te se ističe važnost trajanja i učestalosti takvih ponašanja, ali i pravovremeno reagiranje na uočene teškoće s glasom (Roy i sur., 2005; Nemr i sur., 2021). Nadalje, navike konzumacije kofeina, alkohola, duhanskih proizvoda i droga mogu dovesti do vokalnih promjena, kao i uporaba kućnih pripravaka za glas čija učinkovitost nije poduprta znanstvenim dokazima (Nemr i sur., 2021,;

Polo i La, 2021) te izloženost kemikalijama, bilo u privatnom ili profesionalnom okruženju (Roy i sur., 2005). Iako prethodna istraživanja navode konzumaciju duhanskih proizvoda i alkohola kao jedan od rizičnih čimbenika, Roy i sur. (2005) te Roy i sur. (2007) nisu uočili značajnu povezanost uporabe navedenih supstanci s povećanim rizikom od poremećaja glasa, već u kombinaciji s ezofagealnim refluksum (Roy i sur., 2005). Jedno od mogućih objašnjenja je i da su promjene koje se javljaju na glasu blage i nastaju postupno te ih osoba ne zamjećuje kao nešto što bi moglo biti simptom teškoća ili poremećaja glasa (Roy i sur., 2007).

Vokalni zahtjevi s kojima se pojedinac susreće svakodnevno također imaju značajan učinak na glas i vode do mogućeg razvoja poremećaja s glasom (Roy i sur., 2005). Predavanje nastavnog gradiva u školama smatra se zanimanjem koje se povezuje s visokim rizikom od pojave poremećaja glasa s obzirom na to da zahtjevi zanimanja dovode do većeg vokalnog opterećenja. Učitelji doživljaju otprilike dva puta više vokalnih problema u odnosu na osobe koje to nisu (Abou-Rafée i sur., 2019; Nallamuthu i sur., 2023). U istraživanju Behlaua i sur. (2012) na učiteljima u Brazilu, 63% ih je prijavilo da se jednom tijekom života susrelo s problemima s glasom, dok je u kontrolnoj skupini taj postotak iznosio 36%. Učitelji koji imaju prethodno dijagnosticirane poremećaje glasa spadaju u rizične skupine te problemima s glasom, uz neke od prethodno navedenih rizičnih čimbenika, doprinosi i broj nastavnih sati (Nemr i sur., 2020). Rantala i sur. (2012) ističu kako u učionici postoji mnogo ergonomske rizičnih faktora koji imaju utjecaj na glas učitelja te kako do problema s glasom dolazi zbog čimbenika u okolini. Kao neke od primjera navode činjenicu da učitelji govore glasno na velikoj udaljenosti, kvalitetu zraka u učionicama, prisutnost veće razine pozadinske buke, posturu tijela tijekom predavanja, ali i stres kao jedan čimbenika čije se djelovanje može vidjeti u simptomima glasa (Rantala i sur., 2012). Uz sve navedene rizike koji su prisutni u samoj profesiji, dodatan čimbenik koji pridonosi visokoj prevalenciji vokalnih promjena kod učitelja je visoki postotak žena koje rade u navedenoj struci (Abou-Rafée i sur., 2019).

Još jedna skupina koja se navodi kao ranjiva za mogućnost razvoja poremećaja glasa su zdravstveni djelatnici. Prvenstveno se to može pripisati spoju vokalnog opterećenja koji posao zahtijeva i višesatnoj uporabi zaštitnih maski (McKenna i sur., 2021). Hamdan i sur. (2022) ističu kako je navedena skupina, posebice liječnici, medicinski tehničari i studenti medicine, podložnija vokalnom zamoru od opće populacije te iz tog razloga ulažu više vokalnog napora tijekom govora. Među razlozima kojima se to može objasniti je činjenica da zaštitne maske djeluju kao niskopropusni akustički filter i prigušuju visoke frekvencije u frekvencijskom rasponu od 2 do 7 kHz (Hamdan i sur., 2022; Goldin i sur., 2020). Također,

razlog koji se ne smije izostaviti je i pozadinska buka (Hamdan i sur., 2022). Preporuke za razinu buke na bolničkim odjelima navode raspon od 30 do 40 dB (Berglund, 1999), no Jaiswal i sur. (2017) navode kako buka na odjelima intenzivne njege iznosi u prosjeku od 56.1 do 60.3 dB, a na općim odjelima od 44.6 do 53.7 dB. Kao čimbenike koji se povezuju s rizikom od pojave teškoća s glasom Heider i sur. (2021) ističu broj sati provedenih na poslu, broj sati u kojima se upotrebljava zaštitna maska, odjel na kojem osoba radi, posebice jedinice intenzivne njege i opći odjeli te uporaba više zaštitnih maski istovremeno, primjerice respiratorna maska i medicinska maska.

S obzirom na uvjete i mjere donesene na početku pandemije što se tiče uporabe zaštitnih maski, njihova rasprostranjenost i učestala uporaba mogu posljedično dovesti do povećanja broja osoba koje su ranjivije za pojavu simptoma poremećaja glasa (Fiorella i sur., 2021).

8. OČUVANJE VOKALNOG ZDRAVLJA

Zdravi glas opisuje se kao onaj koji se s lakoćom proizvodi te ispunjava sve vokalne zahtjeve s kojima se pojedinac susreće u osobnom, socijalnom i profesionalnom aspektu. (Sathyanarayan i sur., 2019). Do narušavanja vokalnog zdravlja dolazi uslijed prisutnih poremećaja glasa stoga ih je važno čim prije uočiti i ne podcijeniti (Hazlett i sur., 2011).

Vokalna higijena obuhvaća sve segmente vokalnog zdravlja te joj je glavni cilj povećati svjesnost pojedinca o sastavnicama i procesu proizvodnje govora. Može se koristiti u terapijskom postupku, ali i u prevenciji. Kao preventivna strategija bavi se isticanjem navika uporabe glasa koje pridonose očuvanju njegova zdravlja te je važno da je pojedinac konzistentan u slijedenju pravila vokalnog ponašanja (Behlau i Oliveira, 2009). Programi vokalne higijene imaju važnu ulogu u sprečavanju teškoća s glasom s obzirom na to da većina čimbenika koji pridonose pojavi navedenih teškoća proizlazi iz načina uporabe glasa i životnih navika pojedinca (Sathyanarayan i sur., 2019). Uglavnom se sastoje od instrukcija koje su usmjerene na način i količinu uporabe glasa, neprikladna vokalna ponašanja, važnost hidratacije, životni stil i prehrambene navike pojedinaca koji su u izravnoj poveznici s glasom (Roy i sur., 2001). Pomaville i sur. (2019) predstavili su i uključili vokalne profesionalce u program edukacije o vokalnoj higijeni. Program se sastojao od predavanja i rasprava, a neke od tema koje su bile obuhvaćene su anatomija i fiziologija larinksa, rizična vokalna

ponašanja, zdrave vokalne navike i hidratacija. Nakon edukacije, ispitanici su smanjili ponašanja koja dovode do rizika za pojavu teškoća s glasom te odabirali ona koja sudjeluju u očuvanju vokalnog zdravlja. Program se pokazao učinkovitim i preporučuje se osobama, pogotovo vokalnim profesionalcima, kako bi naučili voditi brigu o vlastitom glasu (Pomaville i sur., 2019). Slično su istraživanje proveli i Nallamuthu i sur. (2021) koji su promatrali ulogu programa vokalne higijene na vokalno zdravlje učiteljica. Program se sastajao od nekoliko sastavnica te su mu ciljevi bili povećati znanje o mehanizmu proizvodnje glasa, poboljšati svjesnost o vokalnom zdravlju i poremećajima glasa, smanjiti sva ponašanja koja mogu utjecati na vokalno zdravlje i dovesti do poremećaja glasa te stvoriti zdrave vokalne navike. Nakon primjene VHP-a kod učiteljica došli su do zaključka kako on ima potencijalne dobrobiti i pozitivno djeluje na povećanje svjesnosti i znanja o zdravlju vokalnog mehanizma i načinima kako ga očuvati (Nallamuthu i sur., 2023).

S obzirom da su koronavirus i uporaba zaštitnih maski stavili dodatni teret na glas, u svrhu održavanja vokalnog zdravlja preporučljive su intervencije usmjerene na glas kako bi se očuvalo vokalno zdravlje. Takve intervencije u fokus stavljaju strategije za ona ponašanja koja dovode do vokalnog napora i vokalnog zamora (Polo i La, 2021). U razdoblju pandemije vrlo je važna i uloga logopeda, posebice kod osoba koje provode nekoliko sati dnevno govoreći s maskom, primjerice zdravstveni djelatnici. U slučajevima narušene komunikacije, s pacijentima i kolegama, uslijed uporabe zaštitnih maski logoped može pružiti korisne i pristupačne savjete koji će pospješiti komunikaciju i smanjiti opterećenje glasa (Marler i Ditton, 2021). Vrlo je važno da su osobe koje nose maske svjesne njenog utjecaja na glas i rizika od razvijanja poremećaja glasa koji nose sa sobom (Shekaraiah i Suresh, 2021) te da se sve promjene u glasu ne zanemaruju već da se potiče odgovarajući vokalni trening kako bi se umanjio rizik pojave teškoća s glasom u budućnosti (Gama i sur., 2022).

Jedan od čestih savjeta koji se spominje u okviru vokalne higijene i očuvanja vokalnog zdravlja je važnost pijenja dovoljnih količina vode. Hartley i Thibeault (2014) bavili su se sustavnom hidratacijom u ulozi vokalne funkcije i vokalnog zdravlja. Došli su do zaključka da postoji poveznica između proizvodnje glasa i pravilne hidratacije. Ukoliko se ravnoteža vode u organizmu poremeti, odnosno osoba ne unosi dovoljne količine vode i dođe do hipohidratacije, navedeno će se odraziti i na strukturu i funkciju glasnica te posljedično i na vokalnu proizvodnju. Upravo zbog toga, u kontekstu provedbe vokalne higijene spominje se i sustavna hidratacija organizma u vidu unosa vode (Hartley i Thibeault., 2014).

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD, 2021) savjete o očuvanju vokalnog zdravlja i brizi o glasu dijeli u tri skupine, a to su hidratacija, zdravi životni stil i navike te odgovarajuća vokalna ponašanja. Konkretni savjeti prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1: Savjeti za očuvanje vokalnog zdravlja (NIDCD, 2021)

SAVJETI ZA OČUVANJE VOKALNOG ZDRAVLJA	
HIDRATACIJA	Unositi dovoljne količine vode
	Regulirati unos napitaka s kofeinom i alkohol s unosom vode
	Odmarati glas tijekom dana
	Koristiti ovlaživač zraka
	Izbjegavati ili umanjiti uporabu lijekova koji dovode do isušivanja glasnica (lijekovi protiv prehlade i alergije)
ZDRAVI ŽIVOTNI STIL I NAVIKE	Izbjegavati pušenje i pasivno pušenje
	Izbjegavati pikantnu hranu
	Uvrstiti u prehranu cjelovite žitarice, voće i povrće
	Imati dovoljno odmora
	Redovito vježbati
	Izbjegavati vodice za ispiranje usta koje sadrže alkohol ili kemikalije koje mogu dovesti do iritacije
ODGOVARAJUĆA VOKALNA PONAŠANJA	Izbjegavati govorenje kada je glas promukao
	Odmarati glas u slučaju bolesti
	Izbjegavati vikanje ili šaptanje
	Vježbati pravilno duboko disanje tijekom govora ili pjevanja
	Koristiti mikrofonski kada je to moguće i prikladno
	Izbjegavati govor na bučnim mjestima

Zdravi životni stil važna je sastavnica u održavanju zdravlja vokalnog mehanizma. NIDCD (2021) u kontekstu takovog načina života savjetuje izbjegavanje konzumacije duhanskih proizvoda čiji dim može dovesti do iritacije glasnica, ali se povezuje i s karcinomom glasnica. Ističe se i važnost uravnotežene prehrane kako bi se organizam opskrbio vitaminima koji su potrebni za održavanje zdravlja sluznice grla. Pikantna hrana je

nešto čiji bi se unos trebao smanjiti s obzirom da može dovesti do podizanja želučane kiseline koja zatim završava u grlu ili jednjaku te uzrokuje refluks (GERD). Nadalje, negativan utjecaj na glas ostavlja fizički umor stoga je za vokalno zdravlje važan i kvalitetan odmor cijelog organizma. S obzirom na to da je za govor potrebno pravilno disanje i dobra postura tijela, važno je u svakodnevnicu uključiti tjelesnu aktivnost koja će poboljšati mišićni tonus i izdržljivost (NIDCD, 2021).

NIDCD (2021) također ističe i važnost načina upotrebe glasa te navodi primjere ponašanja koja su prikladna, ali i onih koja mogu dovesti do povećanog rizika od razvoja poremećaja glasa. Neka od ponašanja koja se preporučuju su odmor glasa tijekom bolesti s obzirom da takve situacije dodatno opterećuju glasnice. Važno je i uvježbati tehniku dubokog disanja kako bi se pružila podrška govoru. Kao jednu od dobrih praksa izdvaja se i uporaba mikrofona u okruženjima kao što su dvorane za vježbanje, izložbe ili učionice. S druge strane, vokalna ponašanja koja bi se trebala izbjegavati uključuju uporaba ekstrema u govoru, šaptanje ili vikanje, koji vrše dodatan pritisak na glas. Isto tako, govor u bučnim okruženjima nije poželjno ponašanje jer pokušaji nadvikivanja dovode do napetosti u glasu (NICDC, 2021).

Ako se jave teškoće s glasom ili pojedinac nije siguran kako i na koji način brinuti i održavati svoj glas zdravim, uvijek postoji mogućnost obraćanja logopedu, stručnjaku koji se bavi poremećajima glasa i može dati stručne savjete o tome kako se prikladno vokalno ponašati (NIDCD, 2021).

9. ZAKLJUČAK

Glas je sredstvo kojim se izražavaju i prenose govorne poruke, važan je za svakodnevnu komunikaciju i na temelju glasa otkrivaju se osobne informacije o pojedincu. Zbog raširene uporabe zaštitnih maski u pandemijskom razdoblju i uključenosti u različita područja ljudskog djelovanja, njihov utjecaj na glas bio je proučavan u brojnim istraživanjima. Spoznaje do kojih se došlo u istraživanjima spomenutima u ovom radu odnose se na postojanje poveznice između uporabe zaštitnih maski i promjenama u svim parametrima glasa. Najveći broj istraživanja opisuje maske kao akustički filter koji prigušuje frekvencije na višim frekvencijskim područjima te posljedično dolazi do promjena u vokalnog intenzitetu. Promjene u vokalnog intenzitetu mogu se javiti i zbog (ne)svjesnih pokušaja prilagodbe uvjetima govora s maskom i rezultiraju razlikama u vrijednosti drugih mjera povezanih s glasom. Samoprocjena teškoća s glasom uslijed uporabe zaštitnih maski pokazuje javljanje teškoća s glasom, najčešće u obliku vokalnog napora i vokalnog zamora, što u kombinaciji s vokalnim zahtjevima osobe i neprikladnim vokalnim ponašanjima može dovesti do rizika od razvoja poremećaja glasa. S obzirom na to da je na tržištu dostupno više vrsta zaštitnih maski, njihovo je djelovanje na glas i njegove parametre također različito. Učinak na glas može ovisiti o materijalu od kojega je maska rađena i načinu izrade te osobe na temelju svojstava maske prilagođavaju svoj govor. Iako je djelovanje zaštitnih maski na glas uglavnom promatrano kod osoba bez teškoća s glasom, istraživanja u kojima su bili uključeni ispitanici s već prisutnim poremećajem glasa pokazala su da utjecaj uvelike ovisi i u samoj vrsti poremećaja koji osoba ima. Pregledom istraživanja može se zaključiti da postoje negativne posljedice koje zaštitne maske ostavljaju na glas te kombinacijom s već postojećim mogućim rizicima, dolazi do mogućnosti razvoja teškoća ili poremećaja glasa. Upravo zbog toga, važno je razumjeti utjecaj koji maske imaju na glas, poznavati rizične čimbenike koji mogu dovesti do problema s glasom te slijediti savjete vokalne higijene kako bi se smanjio rizik od pojave poremećaja glasa i očuvalo vokalno zdravlje. Uporaba zaštitnih maski više ne čini sastavni dio svakodnevnice opće populacije s obzirom na jenjavanje širenja koronavirusa. Ipak, važno je poznavati učinke koji maske imaju na glas jer njihova uporaba nije ograničena samo na navedenu pandemiju, upotrebljavane su u različitim zanimanjima, korištene u dijelovima svijeta gdje je prisutno veliko onečišćenje zraka, ali i izbjegavanja zaraze od raznih respiratornih bolesti.

10. LITERATURA

1. Abou-Rafée, M., Zambon, F., Badaró, F. i Behlau, M. (2019). Vocal fatigue in dysphonic teachers who seek treatment. Fadiga vocal em professores disfônicos que procuram atendimento fonoaudiológico. *CoDAS*, 31(3), e20180120.
2. Adanur, S. i Jayswal, A. (2022). Filtration mechanisms and manufacturing methods of face masks: An overview. *Journal of Industrial Textiles*, 51(3S), 3683S-3717S.
3. Aghajanzadeh, M., Darouie, A., Dabirmoghaddam, P., Salehi, A. i Rahgozar, M. (2017). The Relationship Between the Aerodynamic Parameters of Voice and Perceptual Evaluation in the Iranian Population With or Without Voice Disorders. *Journal of Voice*, 31(2), 250.e9 – 250.e15
4. Asadi, S., Wexler, A. S., Cappa, C. D., Barreda, S., Bouvier, N. M. i Ristenpart, W. D. (2019). Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness. *Scientific reports*, 9(1), 2348.
5. Atcherson, S. R., McDowell, B. R. i Howard, M. P. (2021). Acoustic effects of non-transparent and transparent face coverings. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 149(4), 2249.
6. Bainbridge, K. E., Roy, N., Losonczy, K. G., Hoffman, H. J. i Cohen, S. M. (2017). Voice disorders and associated risk markers among young adults in the United States. *The Laryngoscope*, 127(9), 2093-2099.
7. Bakhit, M., Krzyzaniak, N., Scott, A. M., Clark, J., Glasziou, P. i Del Mar, C. (2021). Downsides of face masks and possible mitigation strategies: a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 11(2), e044364.
8. Barsties, B. i De Bodt, M. (2015). Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*, 42(3), 183-188.
9. Behlau, M. i Oliveira, G. (2009). Vocal hygiene for the voice professional. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery*, 17(3), 149–154.
10. Behlau, M., Zambon, F., Guerrieri, A. C. i Roy, N. (2012). Epidemiology of voice disorders in teachers and nonteachers in Brazil: prevalence and adverse effects. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 26(5), 665.e9–665.e6.65E18.
11. Bele I. V. (2005). Reliability in perceptual analysis of voice quality. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 19(4), 555–573.
12. Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H. i World Health Organization. (1999). Guidelines for community noise.

13. Bonzi, E., Grad, G., Maggi, A. i Munoz, M. (2014). Study of the characteristic parameters of the normal voices of Argentinian speakers. *Papers in Physics*, 6.
14. Boone, D. R., McFarlane, S. C., Von Berg, S. L. i Zraick, R. I. (2014). *The Voice and Voice Therapy (9th Edition)*. California: Pearson.
15. C. T. Molloy (1948). Calculation of the Directivity Index for Various Types of Radiators, *Journal of the Acoustical Society of America*, 20(4), 387–405.
16. Centers for Disease Control and Prevention. (26. listopada, 2022). *Symptoms of COVID-19*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>
17. Centers for Disease Control and Prevention. (28. siječnja, 2022). *Types of Masks and Respirators*. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/types-of-masks.html>
18. Chmelick, V., Urbán, D., Zelem, L. i Rychtarikova, M. (2021). Effect of Mouth Mask and Face Shield on Speech Spectrum in Slovak Language. *Applied Sciences*, 11(11), 4829.
19. Choi, S. H. i Kim, D. A. (2023). Impact of Face Masks on Acoustic Measures in Patients with Hyperfunctional Voice Disorders and Normal Speakers. *Clinical Archives of Communication Disorders*, 8(1), 1-8.
20. Chua, M. H., Cheng, W., Goh, S. S., Kong, J., Li, B., Lim, J. Y. C., Mao, L., Wang, S., Xue, K., Yang, L., Ye, E., Zhang, K., Cheong, W. C. D., Tan, B. H., Li, Z., Tan, B. H. i Loh, X. J. (2020). Face Masks in the New COVID-19 Normal: Materials, Testing, and Perspectives. *Research (Washington, D.C.)*, 2020, 7286735.
21. Cook, T. M. (2020). Personal protective equipment during the coronavirus disease (COVID) 2019 pandemic - a narrative review. *Anaesthesia*, 75(7), 920–927.
22. Corey, R. M., Jones, U., & Singer, A. C. (2020). Acoustic effects of medical, cloth, and transparent face masks on speech signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(4), 2371.
23. Dau, N. Q., Peled, H., Lau, H., Lyou, J. i Skinner, C. (2020). Why N95 Should Be the Standard for All COVID-19 Inpatient Care. *Annals of internal medicine*, 173(9), 749–751.
24. de Krom, G. (1993). A cepstrum-based technique for determining a harmonics-to-noise ratio in speech signals. *Journal of speech and hearing research*, 36(2), 254-66 .
25. Deary, I. J., Wilson, J. A., Carding, P. N. i MacKenzie, K. (2003). VoiSS: a patient-derived Voice Symptom Scale. *Journal of psychosomatic research*, 54(5), 483–489.
26. Dejonckere, P. H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van De Heyning, P., Remacle, M., Woisard, V. i Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS) (2001). A basic protocol for functional

- assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 258(2), 77–82.
27. Delgado, D. A., Lambert, B. S., Boutris, N., McCulloch, P. C., Robbins, A. B., Moreno, M. R. i Harris, J. D. (2018). Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Global research & reviews*, 2(3), e088
28. Farrús, M., Hernando, J. i Ejarque, P. (2007). Jitter and shimmer measurements for speaker recognition. *Proceedings of the Interspeech 2007*, 778-781.
29. Ferrand C. T. (2002). Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 16(4), 480–487.
30. Fiorella, M. L.M., Cavallaro, G., Di Nicola, V. i Quaranta, N. (2021). Voice Differences When Wearing and Not Wearing a Surgical Mask. *Journal of Voice*.
31. Fukazawa, T., el-Assuooty, A. i Honjo, I. (1988). A new index for evaluation of the turbulent noise in pathological voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 1189–1193.
32. Gama, R., Castro, M.E., van Lith-Bijl i J.T., Desuter, G. (2022). Does the Wearing of Masks Change Voice and Speech Parameters? *European Archives of Otorinolaringology*, 279(4), 1701-1708.
33. Garrett, R. (2013). *Cepstral- and Spectral-Based Acoustic Measures of Normal Voices*. University of Wisconsin-Milwaukee.
34. Ghazanfar, A. A. i Rendall, D. (2008). Evolution of human vocal production. *Current Biology*, 18(11), R457–R460.
35. Goldin, A., Weinstein, B. i Shiman, N. (2020). How Do Medical Masks Degrade Speech Reception? *The Hearing Review*, 27, 8-9.
36. Guillani, N. (2020, 2. studenog). *For Speech Sounds, 6 Feet With a Mask Is Like 12 Feet Without. The ASHA LiederLive*.
<https://leader.pubs.asha.org/doi/10.1044/leader.aea.25112020.26/full/>
37. Guo, Z. D., Wang, Z. Y., Zhang, S. F., Li, X., Li, L., Li, C., Cui, Y., Fu, R. B., Dong, Y. Z., Chi, X. Y., Zhang, M. Y., Liu, K., Cao, C., Liu, B., Zhang, K., Gao, Y. W., Lu, B. i Chen, W. (2020). Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome

Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020. *Emerging Infectious Diseases*, 26(7), 1583–1591.

38. Hamdan, A. L., Jabbour, C., Ghanem, A. i Ghanem, P. (2022). The Impact of Masking Habits on Voice in a Sub-population of Healthcare Workers. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00380-5. Advance online publication.

39. Hartley, N. A. i Thibeault, S. L. (2014). Systemic Hydration: Relating Science to Clinical Practice in Vocal Health. *Journal of Voice*, 28(5), 652.e1-652.e20.

40. Hazlett, D. E., Duffy, O. M. i Moorhead, S. A. (2011). Review of the impact of voice training on the vocal quality of professional voice users: implications for vocal health and recommendations for further research. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 25(2), 181–191.

41. Heider, C. A., Álvarez, M. L., Fuentes-López, E., González, C. A., León, N. I., Verástegui, D. C., Badía, P. I. i Napolitano, C. A. (2021). Prevalence of Voice Disorders in Healthcare Workers in the Universal Masking COVID-19 Era. *The Laryngoscope*, 131(4), E1227–E1233.

42. Heller Murray, E. S., Segina, R. K., Woodnorth, G. H. i Stepp, C. E. (2020). Relative Fundamental Frequency in Children With and Without Vocal Fold Nodules. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 63(2), 361–371.

43. Heman-Ackah, Y. D., Michael, D. D. i Goding, G. S., Jr (2002). The relationship between cepstral peak prominence and selected parameters of dysphonia. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 16(1), 20–27.

44. Hillenbrand, J., Cleveland, R. A., & Erickson i R. L. (1994). Acoustic correlates of breathy vocal quality. *Journal of speech and hearing research*, 37(4), 769–778.

45. Ho, G. Y., Kansy, I. K., Klavacs, K. A., Leonhard, M. i Schneider-Stickler, B. (2022). Effect of FFP2/3 Masks on Voice Range Profile Measurement and Voice Acoustics in Routine Voice Diagnostics. *Folia phoniatica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatics (IALP)*, 74(5), 335–344.

46. Howard, J., Huang, A., Li, Z., Tufekci, Z., Zdimal, V., van der Westhuizen, H., von Delft, A., Price, A., Fridman, L., Tang, L., Tang., V., Watson, G. L., Bax, C. E., Shaikh, R., Questier, F., Hernandez, D., Chu, L. F., Ramirez, C. M., Rimoin, A. W. (2021). An evidence review of face masks against COVID-19. *Perspective*, 118(4) e2014564118.

47. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (ožujak, 2020). *Pitanja i odgovori o bolesti uzrokovanom novim koronavirusom COVID-19*. Ministarstvo zdravstva Republike

Hrvatske. <https://www.hzjz.hr/sluzba-epidemiologija-zarazne-bolesti/pitanja-i-odgovori-o-novom-koronavirusu-2019-ncov/>

48. Hunter, E. J., Tanner, K. i Smith, M. E. (2011). Gender differences affecting vocal health of women in vocally demanding careers. *Logopedics, phoniatics, vocology*, 36(3), 128–136.
49. Jacobson, B. H., Johnson, A., Grywalski, C., Silbergleit, A. i Jacobson, G. (1977). The Voice Handicap Index (VHI): Development and Validation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 6(3), 66 – 70.
50. Jaiswal, S. J., Garcia, S. i Owens, R. L. (2017). Sound and Light Levels Are Similarly Disruptive in ICU and non-ICU Wards. *Journal of hospital medicine*, 12(10), 798–804.
51. Joshi, A., Procter, T. i Kulesz, P. A. (2021). COVID-19: Acoustic Measures of Voice in Individuals Wearing Different Facemasks. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00201-0. Advance online publication.
52. Karagkouni, O. (2021). The Effects of the Use of Protective Face Mask on the Voice and Its Relation to Self-Perceived Voice Changes. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00149-1. Advance online publication.
53. Keller, E. (2005). The Analysis of Voice Quality in Speech Processing. U: Chollet, G., Esposito, A., Faundez-Zanuy, M., Marinaro, M. (ur.) *Nonlinear Speech Modeling and Applications*. NN 2004. Lecture Notes in Computer Science (vol 3445, str. 54-73). Springer, Berlin, Heidelberg: Print ISBN.
54. Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J. i Hillman. R. E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18, 124-132.
55. Kempster, G. B., Gerratt, B. R., Verdolini Abbott, K., Barkmeier-Kraemer, J. i Hillman. R. E. (2009). Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 18, 124-132.
56. Kisielinski, K., Giboni, P., Prescher, A., Klosterhalfen, B., Graessel, D., Funken, S., Kempski, O. i Hirsch, O. (2021). Is a Mask That Covers the Mouth and Nose Free from Undesirable Side Effects in Everyday Use and Free of Potential Hazards?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8), 4344.

57. Konda, A., Prakash, A., Moss, G. A., Schmoltdt, M., Grant, G. D. i Guha, S. (2020). Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *ACS nano*, 14(5), 6339–6347.
58. Kovačić, G. (2002). Analiza subjektivnih simptoma vokalnog zamora nastavnica. *Govor*, 19 (2), 137-156.
59. Lai, A. C., Poon, C. K. i Cheung, A. C. (2012). Effectiveness of facemasks to reduce exposure hazards for airborne infections among general populations. *Journal of the Royal Society, Interface*, 9(70), 938–948.
60. Latinus, M. i Belin, P. (2011). Human voice perception. *Current Biology*, 21(4), R143 – R145.
61. Laver J. D. (1968). Voice quality and indexical information. *The British journal of disorders of communication*, 3(1), 43–54.
62. Leffler, C. T., Ing, E., Lykins, J. D., Hogan, M. C., McKeown, C. A. i Grzybowski, A. (2020). Association of Country-wide Coronavirus Mortality with Demographics, Testing, Lockdowns, and Public Wearing of Masks. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 103(6), 2400–2411.
63. Leung, N. H. L., Chu, D. K. W., Shiu, E. Y. C., Chan, K. H., McDevitt, J. J., Hau, B. J. P., Yen, H. L., Li, Y., Ip, D. K. M., Peiris, J. S. M., Seto, W. H., Leung, G. M., Milton, D. K. i Cowling, B. J. (2020). Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nature medicine*, 26(5), 676–680.
64. Lin, Y., Cheng, L., Wang, Q. i Xu, W. (2022). Effects of Medical Masks on Voice Quality in Patients With Voice Disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(5), 1742 -1750.
65. Lin, Y., Cheng, L., Wang, Q. i Xu, W. (2022). Effects of Medical Masks on Voice Quality in Patients With Voice Disorders. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 65(5), 1742-1750.
66. Lin, Y., Cheng, L., Wang, Q. i Xu, W. (2021). Effects of Medical Masks on Voice Assessment During the COVID-19 Pandemic. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00163-6. Advance online publication.
67. Lyberg-Åhlander, V., Rydell, R., Fredlund, P., Magnusson, C. i Wilén, S. (2019). Prevalence of Voice Disorders in the General Population, Based on the Stockholm Public Health Cohort. *Journal of Voice*, 33(6), 900-905.

68. Ma, E. P. i Yiu, E. M. (2001). Voice activity and participation profile: assessing the impact of voice disorders on daily activities. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 44(3), 511–524.
69. Marler, H. i Ditton, A. (2021). "I'm smiling back at you": Exploring the impact of mask wearing on communication in healthcare. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 56(1), 205–214.
70. Martin, G. M., Desira, M. i Zarb, C. (2020). Mask-wearing during the Covid-19 pandemic in the Maltese context: attitudes, beliefs, perceptions and behaviour. *Xjezna Online*, 8, 48-59.
71. Maryn, Y., De Bodt, M. i Roy, N. (2010). The Acoustic Voice Quality Index: toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *Journal of communication disorders*, 43(3), 161–174.
72. Maryn, Y., Wuyts, F. L. i Zarowski, A. (2021). Are Acoustic Markers of Voice and Speech Signals Affected by Nose-and-Mouth-Covering Respiratory Protective Masks?. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00037-0. Advance online publication.
73. Maryn, Y., Ysenbaert, F., Zarowski, A. i Vanspauwen, R. (2017). Mobile Communication Devices, Ambient Noise, and Acoustic Voice Measures. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 31(2), 248.e11–248.e23.
74. Maslan, J., Leng, X., Rees, C. i Blalock, D. (2011). Maximum Phonation Time in Healthy Older Adults. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation* 25(6). 709-713.
75. Mazzetto de Menezes, K. S., Master, S., Guzman, M., Bortnem, C. i Ramos, L. R. (2014). Differences in acoustic and perceptual parameters of the voice between elderly and young women at habitual and high intensity. *Acta otorrinolaringologica espanola*, 65(2), 76–84.
76. McKenna, V. S., Kendall, C. L., Patel, T. H., Howell, R. J. i Gustin, R. L. (2022). Impact of Face Masks on Speech Acoustics and Vocal Effort in Healthcare Professionals. *The Laryngoscope*. 132(2), 391-397.
77. McKenna, V. S., Patel, T. H., Kendall, C. L., Howell, R. J. i Gustin, R. L. (2021). Voice Acoustics and Vocal Effort in Mask-Wearing Healthcare Professionals: A Comparison Pre- and Post-Workday. *Journal of voice: official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00151-X. Advance online publication.

78. Milton, D. K. (2020). A Rosetta Stone for Understanding Infectious Drops and Aerosols. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 9(4), 413–415.
79. Murton, O., Hillman, R. i Mehta, D. (2020). Cepstral Peak Prominence Values for Clinical Voice Evaluation. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 29(3), 1596-1607.
80. Nallamuthu, A., Boominathan, P., Arunachalam, R. i Mariswamy, P. (2023). Outcomes of Vocal Hygiene Program in Facilitating Vocal Health in Female School Teachers With Voice Problems. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 37(2), 295.e11–295.e22.
81. Nanjundeswaran, C., Jacobson, B., Gartner-Schmidt, J. i Verdolini Abbott, K. (2015). Vocal Fatigue Index (VFI): Development and Validation. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*. 29, 1 – 8.
82. National Institute of Deafness and Other Communication Disorders (2021, 15. travnja). *Taking Care of Your Voice*. U.S. Department of Health & Human Services, National Institutes of Health. <https://www.nidcd.nih.gov/health/taking-care-your-voice#4>
83. Nemr, K., Simões-Zenari, M., Almeida, V., Martins, G. i Saito, I. (2021). COVID-19 and the teacher's voice: self-perception and contributions of speech therapy to voice and communication during the pandemic. *Clinics*. 76(7).
84. Nguyen, D. D. i Madill, C. (2023). Auditory-perceptual Parameters as Predictors of Voice Acoustic Measures. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(23)00088-7. Advance online publication.
85. Nguyen, D. D., Chacon, A., Payten, C., Black, R., Sheth, M., McCabe, P., Novakovic, D. i Madill, C. (2022). Acoustic characteristics of fricatives, amplitude of formants and clarity of speech produced without and with a medical mask. *International journal of language & communication disorders*, 57(2), 366–380.
86. Nguyen, D. D., McCabe, P., Thomas, D., Purcell, A., Doble, M., Novakovic, D., Chacon, A. i Madill, C. (2021). Acoustic voice characteristics with and without wearing a facemask. *Scientific Reports*, 11(1), 5651.
87. Núñez-Batalla, F., Corte-Santos, P., Señaris-González, B., Llorente-Pendás, J. L., Górriz-Gil, C. i Suárez-Nieto, C. (2007). Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español [Adaptation and validation to the Spanish of the Voice Handicap Index (VHI-30) and its shortened version (VHI-10)]. *Acta otorrinolaringologica española*, 58(9), 386–392.

88. Oren, L., Rollins, M., Gutmark, E. i Howell, R. (2021). How Face Masks Affect Acoustic and Auditory Perceptual Characteristics of the Singing Voice. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00091-6. Advance online publication.
89. Palmiero, A. J., Symons, D., Morgan, J. W., 3rd i Shaffer, R. E. (2016). Speech intelligibility assessment of protective facemasks and air-purifying respirators. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 13(12), 960–968.
90. Patel, R., R., Awan, S., N., Barkaeier-Kraemer, J., Courey, M., Deliyski, D., Eadie, T., Paul, D., Švec, J. G. i Hillman, R. (2018). Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 27(3), 887-905.
91. Polo, N. i Lã, F. M. B. (2021). Self-Perceived Voice Handicap During COVID19 Compulsory Facemask Use: A Comparative Study Between Portuguese and Spanish Speakers. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00264-2. Advance online publication.
92. Pomaville, F., Tekerlek, K. i Radford, A. (2020). The Effectiveness of Vocal Hygiene Education for Decreasing At-Risk Vocal Behaviors in Vocal Performers. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 34(5), 709–719.
93. Pörschmann, C., Lübeck, T. i Arend, J. M. (2020). Impact of face masks on voice radiation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 148(6), 3663.
94. Qi, Y. i Hillman, R. E. (1997). Temporal and spectral estimations of harmonics-to-noise ratio in human voice signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 102(1), 537–543.
95. Rantala, L. M., Hakala, S. J., Holmqvist, S. i Sala, E. (2012). Connections between voice ergonomic risk factors and voice symptoms, voice handicap, and respiratory tract diseases. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 26(6), 819.e13–819.e8.19E20
96. Ribeiro, V. V., Dassie-Leite, A. P., Pereira, E. C., Santos, A. D. N., Martins, P. i Irineu, R. A. (2022). Effect of Wearing a Face Mask on Vocal Self-Perception during a Pandemic. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 36(6), 878.e1–878.e7.

97. Rodrigues, G., Zambon, F., Mathieson, L. i Behlau, M. (2013). Vocal Tract Discomfort in Teachers: Its Relationship to Self-Reported Voice Disorders. *Journal of Voice*, 27(4), 473-480.
98. Roy, N., Gray, S. D., Simon, M., Dove, H., Corbin-Lewis, K. i Stemple, J. C. (2001). An evaluation of the effects of two treatment approaches for teachers with voice disorders: a prospective randomized clinical trial. *Journal of speech, language, and hearing research*, 44(2), 286–296.
99. Roy, N., Merrill, R. M., Gray, S. D. i Smith, E. M. (2005). Voice disorders in the general population: prevalence, risk factors, and occupational impact. *The Laryngoscope*, 115(11), 1988–1995.
100. Roy, N., Stemple, J., Merrill, R. M. i Thomas, L. (2007). Epidemiology of voice disorders in the elderly: preliminary findings. *The Laryngoscope*, 117(4), 628–633.
101. Sathyanarayan, M., Boominathan, P. i Nallamuthu, A. (2019). Vocal Health Practices Among School Teachers: A Study From Chennai, India. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 33(5), 812.e1–812.e7.
102. Shekaraiah, S. i Suresh, K. (2021). Effect of Face Mask on Voice Production During COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. *Journal of Voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(21)00327-1. Advance online publication.
103. Sobti, A., Fathi, M., Mokhtar, M. A., Mahana, K., Rashid, M. S., Polyzois, I., Narvani, A. A., & Imam, M. A. (2021). Aerosol generating procedures in trauma and orthopaedics in the era of the Covid-19 pandemic; What do we know?. *The surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 19(2), e42–e48.
104. Solomon N. P. (2008). Vocal fatigue and its relation to vocal hyperfunction. *International journal of speech-language pathology*, 10(4), 254–266.
105. Teixeira, J., Oliveira, C. i Lopes, C. (2013). Vocal Acoustic Analysis – Jitter, Shimmer and HNR Parameters. *Procedia Technology*, 9(5), 1112-1122.
106. Titze, I. i Abbott, K. (2012). *Vocology: The Science and Practice of Voice Habilitation*. Salt Lake City, Utah : National Center for Voice and Speech.
107. Titze, I. R. i Sundberg, J. (1992). Vocal intensity in speakers and singers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91(5), 2936–2946.
108. Tso, R. V. i Cowling, B. J. (2020). Importance of Face Masks for COVID-19: A Call for Effective Public Education. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 71(16), 2195–2198.

109. Uchanski, R. M. (2005). *The Handbook of Speech Perception*. Blackwell Publishing Ltd.
110. Vallee, M. (2020). This Is My Voice in a Mask. *Space and Culture*, 23(3), 265–268.
111. Ward, P. D., Thibeault, S. L. i Gray, S. D. (2002). Hyaluronic acid: its role in voice. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 16(3), 303–309.
112. World Health Organization. (26. ožujak 2020). *Origin of SARS-CoV-2*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332197/WHO-2019-nCoV-FAQ-Virus_origin-2020.1-eng.pdf
113. World Health Organization. (n.d.). *Coronavirus disease (COVID-19)*. Preuzeto 18. ožujka, 2023, s: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1
114. Wu, L. T. (1926). *A treatise on pneumonic plague (1. izdanje)*. League of Nations. Health Organization. <https://wellcomecollection.org/works/drfulpc3x/items>
115. Yamaguchi, H., Shrivastav, R., Andrews, M. L. i Niimi, S. (2003). A comparison of voice quality ratings made by Japanese and American listeners using the GRBAS scale. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 55(3), 147–157.
116. Yi, H., Pingsterhaus, A., & Song, W. (2021). Effects of Wearing Face Masks While Using Different Speaking Styles in Noise on Speech Intelligibility During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in psychology*, 12, 682677.
117. Yumoto, E., Gould, W. J. i Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1544–1549.
118. Zangmeister, C. D., Radney, J. G., Vicenzi, E. P. i Weaver, J. L. (2020). Filtration Efficiencies of Nanoscale Aerosol by Cloth Mask Materials Used to Slow the Spread of SARS-CoV-2. *ACS nano*, 14(7), 9188–9200.
119. Zhang, Z. (2016). Mechanics of human voice production and control. *Journal of Acoustical Society of America*, 140(4), 2614–2635.
120. Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., Tan, W. i China Novel Coronavirus Investigating and Research Team (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *The New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733.