



A Follow-Up Case of Voice Changes in Acute COVID-19 Infection

Seung Jin Lee

Division of Speech Pathology and Audiology, Research Institute of Audiology and Speech Pathology, College of Natural Sciences, Hallym University, Chuncheon, Korea

급성 COVID-19 감염의 음성 변화 추적 관찰 1예

이승진

한림대학교 자연과학대학 언어청각학부 및 청각언어연구소

Dysphonia is well known as one of the otolaryngological symptoms of coronavirus disease 2019 (COVID-19) infection. The vocal changes of the COVID-19 condition have been reported in terms of parameters of multi-dimensional voice assessment, including acoustic analysis, auditory-perceptual evaluation, and psychometric assessment. However, there has not been a daily follow-up study in patients with acute COVID-19 infection. In this study, a 41-year-old male performed daily voice recordings of vowel phonation and passage-reading tasks during the self-quarantine period of one week. Compared to the normal voice status of the prepandemic period, voice abnormalities peaked on day two after the diagnosis of COVID-19 infection and recovered after one week.

Keywords COVID-19; Voice disorders; Dysphonia; Acoustic analysis; Auditory-perceptual evaluation.

Received October 14, 2022
Revised December 9, 2022
Accepted December 15, 2022

Corresponding Author

Seung Jin Lee, PhD
 Division of Speech Pathology and Audiology,
 Research Institute of Audiology and
 Speech Pathology,
 College of Natural Sciences,
 Hallym University, 1 Hallymdaehak-gil,
 Chuncheon 24252, Korea
Tel +82-33-248-2223
Fax +82-33-256-3420
E-mail sjl@hallym.ac.kr

ORCID iD

Seung Jin Lee
<https://orcid.org/0000-0001-6200-0004>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

2020년 3월 세계보건기구가 중증 급성호흡기증후군 바이러스에 의해 발생하는 코로나바이러스 감염증-19 (coronavirus disease 2019, COVID-19)를 팬데믹으로 선언한 이래 이비인후과학 분야와 언어병리학 음성장애 분야에서는 의료적 처치나 음성평가 및 치료 등에 대한 지침들이 다수 제시되어 왔다[1]. 또한 발성장애(dysphonia)는 COVID-19 감염 후 보일 수 있는 대표적인 이비인후과적 증상들 가운데 하나이므로, 이러한 환자의 음성 특성에 대한 연구들 또한 다수 보고되었다[2,3]. 그러나 감염 후 초기 음성 문제가 어떠한 양상으로 나타나며, 시간이 지나면서 어떠한 변화를 보이는지를 상세하게 추적한 연구는 아직 부족한 실정이다.

최근 저자는 COVID-19 확진 판정을 받은 뒤 자가격리를 시행한 1주일 동안 매일매일의 음성 상태를 녹음 및 기록하였으며, 이를 팬데믹 이전의 정상 음성상태 및 자가격리 해제 1주일 후의 음성상태와 비교 분석함으로써 급성 감염기의 음성 변화의 추이를

확인하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례

41세 남자 환자가 2022년 8월 10일 발열(38.9도), 오한, 비

루, 두통을 주소로 지역 이비인후과에 내원하여 이비인후과 전문의가 비강 상부에서 채취한 검체를 이용하여 시행한 신속항원검사서 COVID-19 진단을 받았다. 기존에 이비인후과 전문의에 의해 진단된 알레르기 비염, 비중격 만곡증 이외에 음성에 영향을 미칠 만한 관련 질환이나 약물 복용력은

Table 1. Multi-dimensional voice measures before, during, and after COVID-19 infection

Parameter	Pre	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	2 wks
F0 (Hz)	130.574	114.364	108.450	110.195	113.182	114.423	108.139	115.889	119.629
Jitt (%)	0.292	2.024	2.413	2.304	2.028	0.788	0.625	0.782	0.339
Shim (%)	2.299	11.394	10.256	8.470	11.440	4.778	5.117	4.029	2.616
NHR	0.139	0.211	0.214	0.182	0.161	0.119	0.140	0.132	0.140
CPP _V (dB)	16.946	11.563	10.542	11.882	12.198	15.815	15.372	15.855	17.012
CPP _S (dB)	9.053	6.860	3.013	3.622	7.079	9.096	8.037	8.694	9.158
G	0.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1	0.5
R	0.5	1.5	2	2	1.5	1.5	1.5	1	0.5
B	0	0.5	1.5	1	1	0.5	1	0.5	0
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Severity	0	3	6	5	3	2	2	2	1
CSID _V	-0.524	33.403	27.607	25.645	19.753	7.911	15.189	4.328	-2.919
CSID _S	-13.773	-12.643	22.333	14.704	-7.128	-14.776	-3.847	-13.985	-16.875
APSID	-11.646	36.195	69.956	59.615	26.499	-1.319	4.018	-2.022	-10.568

Jitt, jitter percent; Shim, shimmer percent; NHR, noise-to-harmonic ratio; CPP_V, cepstral peak prominence of vowel production; CPP_S, cepstral peak prominence of sentence production; CSID_V, Cepstral Spectral Index of Dysphonia of vowel production; CSID_S, Cepstral Spectral Index of Dysphonia of sentence production; APSID, Acoustic Psychometric Severity Index of Dysphonia

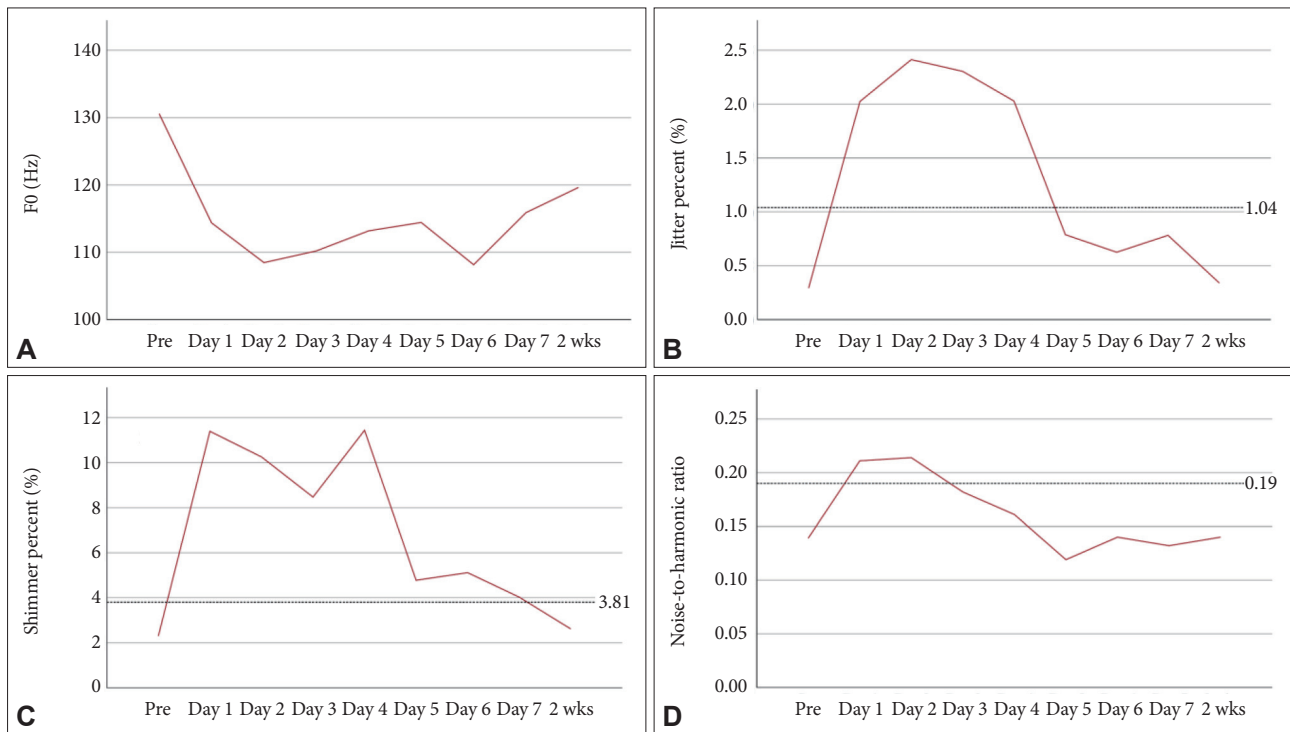


Fig. 1. Acoustic measures before, during, and after COVID-19 infection. (A) Fundamental frequency, (B) jitter percent, (C) shimmer percent, and (D) noise-to-harmonic ratio measured by the MDVP showed the most voice abnormalities on day two after the diagnosis of COVID-19 infection and recovered after one week. MDVP, Multi-Dimensional Voice Program.

없었다. 정부시책에 따라 진단일로부터 7일 간 자택에서 자가 격리를 시행하였다. 격리 기간 중 항히스타민제는 복용하지 않았으며, 발열 증상은 아세트아미노펜을 통해 잘 조절되었다. 격리 2일차부터는 잦은 기침과 함께 경도의 인후통이 관찰되었으며, 기침은 진단 후 약 2주까지 가래와 함께 지속적으로 관찰되다가 점차 사라졌다. 감염 전부터 간헐적으로 보였던 후비루 증상 또한 진단 직후 심화되었다가 약 1주 시점부터 2주 시점까지 점차 완화되는 양상을 보였으나, 2주 시점에도 완전히 사라지지는 않았다.

음성상태에 대한 기록은 격리기간 1주일 간 정해진 시간(오전 10-11시경)에 일 1회 실시하였으며, 격리해제 1주일 후(진단 2주 후)에 다시 한번 이루어졌다. 진단 이전의 음성 상태는 코로나 팬데믹 이전(2018년 6월) 정상 음성 상태를 보였을 때 기기 점검의 목적으로 녹음해 둔 음성 파일을 이용하여 분석하였다. 녹음 기자재 및 프로그램으로는 삼성 스마트폰 Galaxy Note20 Ultra (Samsung Electronics Co., Ltd.,

Suwon, Korea), 안드로이드 애플리케이션 Smart Recorder version 1.11.3 (Smartmob, Seattle, WA, USA), 단일지향성 핀마이크 Edutige EIM-009 (Edutige, Seoul, Korea)를 이용하였다. 음성 녹음은 조용한 방에서 핀을 이용하여 핀마이크를 목 주변부위 옷에 안정적으로 고정된 뒤 이루어졌다. 평가 항목은 저자가 아닌 대학병원 이비인후과 연구원인 2급 언어 재활사(임상 및 연구경력 3년 이상)의 청지각적 평가와 대상자 스스로의 심리측정적 평가, 그리고 음향학적 평가를 포함하였다(Table 1).

음향학적 분석 결과 약 130 Hz이던 기본주파수(F0)가 1일차부터 7일차까지 110-115 Hz로 다소 낮아졌다가 2주 뒤에야 120 Hz 수준으로 다시 높아졌다(Fig. 1). 주파수 변동률(jitter percent, Jitt), 소음대배음비(noise-to-harmonic ratio)는 2일차에, 진폭 변동률(shimmer percent, Shim)은 1일차에 최고치를 보였던 반면, 모음의 켈스트럼 피크 현저성(cepstral peak prominence of vowel production, CPP_v)과 문장(‘가

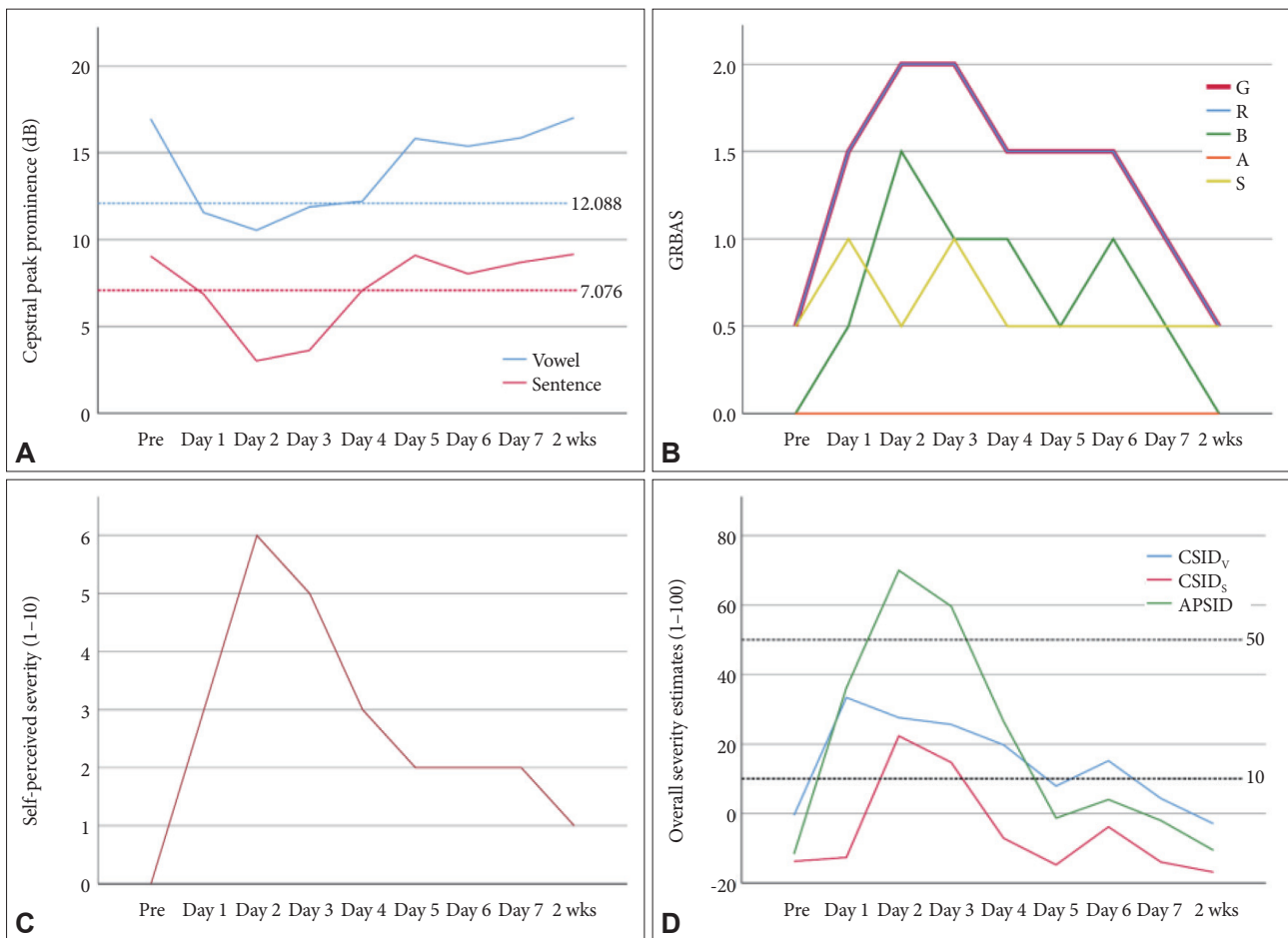


Fig. 2. Cepstral and severity measures before, during, and after COVID-19 infection. (A) Cepstral peak prominence, (B) GRBAS scale, (C) self-perceived severity score of the K-VAPP, and (D) overall severity estimates (CSID_v, CSID_s, APSID) showed the most voice abnormalities on day two after the diagnosis of COVID-19 infection and recovered after one week. CSID_v, Cepstral Spectral Index of Dysphonia of vowel production; CSID_s, Cepstral Spectral Index of Dysphonia of sentence production; APSID, Acoustic Psychometric Severity Index of Dysphonia; K-VAPP, Korean version of the Voice Activity and Participation Profile.

을 문단의 두 번째 문장)의 CPP (cepstral peak prominence of sentence production, CPPs)는 2일차에 최저치를 보였다가 5-7일차에 회복되었다(Fig. 2). 이중 Shim은 2주 뒤이나 정상 역치 이내의 값을 보였으며, CPP는 모음과 문장 모두 4일차에 절단점 이상의 값이 관찰되었다[4]. GRBAS를 이용한 청지각적 평가 결과 조조성(roughness)이 전반적 중증도와 가장 일치하는 경향을 보였다. 즉 두 가지 척도 모두 2일차에 2점(중등도)으로 가장 높은 측정치를 보이다가 7일차에는 1점 정도로 감소하고 2주 뒤에는 정상 범주로 감소하여 전반적으로 경도-중등도의 중증도를 보였다. 환자 스스로의 주관적 음성 중증도를 음성활동 및 참여 프로파일-한국판(Korean version of the Voice Activity and Participation Profile, K-VAPP)[5]의 1번 문항('현재 당신의 목소리 문제는 얼마나 심각합니까?', 최고 10점)으로 살펴본 결과, 0점이던 중증도가 역시 2일차에 6점을 기록한 후 7일차에 2점, 2주 뒤 1점을 기록하였다. 음향학적 중증도 지수로는 캡스트럼 스펙트럼 발성장애 지수(Cepstral Spectral Index of Dysphonia, CSID)[6]의 경우 모음은 1일차, 문장은 2일차에 최고치를 보였으며, 음향학적 심리측정적 발성장애 중증도 지수(Acoustic Psychometric Severity Index of Dysphonia, APSID)[7]의 경우 2일차에 최고치가 관찰되었다가 2주 뒤에는 세 측정치 모두 0 미만으로 회복되었다.

고찰

COVID-19 확진 판정을 받은 환자에서 음성장애를 보이는 환자의 비율은 낮게는 26.8%에서 높게는 43.7%까지 다양하게 보고되고 있으며, 입원하여 집중치료를 받은 경우 회복 후에도 음성장애를 보이는 것으로 알려져 있다[2,8,9]. 음성장애가 있는 환자에서 호흡곤란(dyspnea), 삼킴장애(dysphagia), 귀나 인후의 통증, 코막힘 등의 증상이 더 많이 관찰되고[2], 음성피로, 기침, 인후두역류질환 등과도 관련성을 보이는 것으로 알려져 있다[2,10]. 또한 아동 청소년에서도 16% 정도가 발성장애만을 보이거나 발성장애와 함께 삼킴장애를 보인다고 한다[11]. 음성 변수의 특성으로는 낮은 CPP와 배음 대소음비(harmonic-to-noise ratio), 짧은 최대발성시간, 높은 Jitt과 Shim 등이 보고되었다[3]. 음성장애의 지속기간은 2주 이내가 47.1%, 1달 이내가 15.7%로 비교적 짧은 것으로 알려져 있으며[8], 본 증례 또한 대부분의 측정치에서 2주 뒤에는 정상 범주로 회복된 것을 확인할 수 있었다.

각 음성 변수에 따라 다소 간의 차이는 있으나, 전반적으로 진단 후 1주 이내에 정상 범주의 측정치로 회복되었으며, 2주 뒤에는 모든 측정치가 정상 범주로 회복되었다. 즉 음성

이 초기에 급격하게 악화되어 2일차에 이미 가장 높은 음성 중증도를 기록하고, 이후 서서히 회복되는 경향이 전반적인 음성 변수에서 확인되었다. 음성 평가에서 가장 중요하게 여겨지는 청지각적 평가의 다양한 측면(조조성, 기식성, 무력성, 노력성) 중에서는 '조조성'이 2일차와 3일차에 '중등도(moderate)'로 가장 높은 중증도를 보였다. 이러한 양상은 진단 후 2주 시점까지 기침과 가래 증상, 감염 전에 비해 심화된 후비루 증상을 보인 점과도 무관하지 않은 것으로 여겨진다. 기침, 가래, 후비루의 개선보다는 음성의 개선이 더 먼저 이루어졌는데, 이는 오미크론(Omicron) 변이의 출현 후 전반적인 증상의 중증도가 감소하고, 기존의 하기도 증상보다는 상기도의 염증과 음성 변화가 더 두드러지는 점과 관련지어 생각해 볼 수 있다[12]. 즉 환자가 감염 전 이미 보였던 비중상이나 기침에 비해, 감염 직후 음성에 영향을 주던 경도의 후두의 염증이 비교적 빨리 약물에 의해 조절되었을 수 있다.

Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V)의 전반적 중증도를 예측하는 CSID와 APSID를 살펴보면, GRBAS에서 1에서 2의 평정치를 고려했을 때 전반적으로 CSID는 기준점인 경도(20), 중등도(40)에 비해 다소 낮은 값을 나타낸 반면, APSID는 기준점인 경도(10), 중등도(50)와 대동소이한 값을 나타냈다. 이는 CSID와는 달리 APSID 계산식에 환자가 스스로 느끼는 중증도가 반영되었기 때문으로 풀이되며, 환자의 주관적 중증도가 음향학적 측정치를 보완하는 수단으로 활용될 수 있다는 점을 시사한다.

본 증례는 COVID-19 환자에서 급성기의 음성 변화를 지속적으로 추적한 장점이 있으나, 한 명의 사례로서 일반화에는 다소 무리가 있으며, 음성 변화에 영향을 미치는 비중상을 완전히 통제할 수 없었다. 또한 대상자가 자가격리를 시행하였으므로, 후두점막의 변화 양상을 후두 육안검사를 통하여 관찰하지는 못하였던 한계가 있다. 종합적으로 이러한 회복의 양상은 COVID-19 환자의 진단 후 음성 회복 양상 파악 및 음성 예후의 예측을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

중심 단어: 코로나19; 음성장애; 발성장애; 음향학적 분석; 청지각적 평가.

Acknowledgments

The author is grateful to SLP Hye Rim Chae at the Gangnam Severance Hospital for her help with auditory-perceptual evaluation.

Conflicts of Interest

The author has no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- Castillo-Allendes A, Contreras-Ruston F, Cantor-Cutiva LC, Codino

- J, Guzman M, Malebran C, et al. Voice therapy in the context of the COVID-19 pandemic: Guidelines for clinical practice. *J Voice* 2021; 35(5):717-27.
2. Lechien JR, Chiesa-Estomba CM, Cabaraux P, Mat Q, Huet K, Harmegnies B, et al. Features of mild-to-moderate COVID-19 patients with dysphonia. *J Voice* 2022;36(2):249-55.
3. Asiaee M, Vahedian-Azimi A, Atashi SS, Keramatfar A, Nourbakhsh M. Voice quality evaluation in patients with COVID-19: An acoustic analysis. *J Voice* 2022;36(6):879.e13-9.
4. Yu M, Choi SH, Choi CH, Lee K. Usefulness of cepstral acoustic index for estimating objective dysphonia severity. *Commun Sci Disord* 2017;22(3):587-96.
5. Lee SJ, Choi HS, Kim H, Byeon HK, Lim SE, Yang MK, et al. Korean version of the voice activity and participation profile (K-VAPP): A validation study. *Commun Sci Disord* 2016;21(4):695-708.
6. Awan SN, Roy N, Zhang D, Cohen SM. Validation of the cepstral spectral index of dysphonia (CSID) as a screening tool for voice disorders: Development of clinical cutoff scores. *J Voice* 2016;30(2):130-44.
7. Lee SJ, Choi HS, Kim H. Acoustic psychometric severity index of dysphonia (APSID): Development and clinical application. *J Voice* 2021;35(4):660.e19-25.
8. Cantarella G, Aldè M, Consonni D, Zuccotti G, Bernardino FD, Barozzi S, et al. Prevalence of dysphonia in non hospitalized patients with COVID-19 in Lombardy, the Italian epicenter of the pandemic. *J Voice*. In press 2021.
9. Miles A, McRae J, Clunie G, Gillivan-Murphy P, Inamoto Y, Kalf H, et al. An international commentary on dysphagia and dysphonia during the COVID-19 pandemic. *Dysphagia* 2022;37(6):1349-74.
10. Lechien JR, Barillari MR, De Marrez LG, Hans S. Dysphonia in COVID-19 patients: Direct or indirect symptom? *Am J Otolaryngol* 2022; 43(1):103246.
11. Thallapureddy K, Thallapureddy K, Zerda E, Suresh N, Kamat D, Rajasekaran K, et al. Long-term complications of COVID-19 infection in adolescents and children. *Curr Pediatr Rep* 2022;10(1):11-7.
12. Nocini R, Henry BM, Mattiuzzi C, Lippi G. Evolution of throat symptoms during the COVID-19 pandemic in the US. *Diagnosis (Berl)* 2022;9(4):485-90.