

Kadınlarda Beden Kitle İndeksinin Fonatuar Aerodinamik Ölçüm Parametrelerine Etkisi

The Effect of Body Mass Index on Fonatory Aerodynamic Measurement Parameters in Women

^{id} Göksu YILMAZ^a, ^{id} Ayşe Buse SARAÇ^a

^aÜsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, solunum fonasyon koordinasyonunu değerlendirmeye yardımcı, aletsel bir aerodinamik ölçüm yöntemi olan fonatuar aerodinamik sistem cihazından elde edilecek veriler ile beden kitle indeksi arasındaki olası ilişkiyi incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışma grubunu 18-25 yaş arası sağlıklı sese sahip 81 kadın katılımcı oluşturmaktadır. Katılımcılar zayıf (n=21), normal (n=20), fazla kilolu (n=20) ve obez (n=20) olmak üzere 4 beden kitle indeksi (BKİ)nin grubuna ayrılmıştır. Akustik ölçümler KayPENTAX-PAS Model 6600 ile gerçekleştirilmiştir. **Bulgular:** Maksimum Sürdürülebilir Fonasyon Süresi (MFS) ile BKİ arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0,05). Bununla birlikte ortalama değerler incelendiğinde, fazla kilolu ($\bar{x}=15,88\pm 5,95$) ve obez ($\bar{x}=15,43\pm 4,93$) gruba ait ortalama değerler, zayıf ($\bar{x}=14,51\pm 5,07$) ve normal ($\bar{x}=14,74\pm 5,06$) gruba ait ortalama değerlerden daha büyük elde edilmiştir. Ek olarak ses basınç seviyesi (SPL) ranji değeri anlamlı olarak fazla kilolu gruptan (p<0,05) ve ortalama değer olarak ise diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur. **Sonuç:** Çalışma sonuçlarına göre SPL ranji dışında elde edilen parametreler ile hiçbir BKİ grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Ancak obez gruptaki ortalama değerler diğer gruplardan tutarlı olarak daha yüksek elde edilmiş olması bu iki değişken arasında olası bir ilişkinin var olabileceğini ancak bu çalışmada, yetersiz katılımcıdan dolayı anlamlı ilişkinin ortaya çıkmadığını düşündürmektedir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study is to investigate the possible relationship between body mass index and the data to be obtained from the phonatory aerodynamic system device, which is an instrumental aerodynamic measurement method, that helps evaluate respiratory funding coordination. **Material and Methods:** The study group consists of 81 female participants between the ages of 18-25 who have healthy voices. The participants were divided into 4 body mass index (BMI) groups and these are, underweight (n=21), normal weight (n=20), overweight (n=20) and obese (n=20). Acoustic measurements were carried out with KayPENTAX-PAS Model 6600. **Results:** There was no statistically significant relationship between Maximum Sustainable Phonation Time (MPT) and BMI (p>0.05). However, when the average values are examined, the average values of the overweight ($\bar{x}=15.88\pm 5.95$) and Obese ($\bar{x}=15.43\pm 4.93$) group are weak ($\bar{x}=14.51\pm 5.07$) and higher than average values belonging to normal ($\bar{x}=14.74\pm 5.06$) group. In addition, the sound pressure level (SPL) range value was significantly higher than the overweight group (p<0.05) and the mean value was higher than the other groups. **Conclusion:** According to the results of the study, no statistically significant relationship was found between the parameters obtained outside the SPL range and any BMI group. However, the fact that the mean values in the obese group were consistently higher than the other groups, suggests that there may be a possible relationship between the two variables, but an indirect meaningful relationship did not emerge from the insufficient participants in this study.

Anahtar Kelimeler: Beden kitle indeksi; fonasyon; respiratuar mekanik

Keywords: Body mass index; phonation; respiratory mechanics

“Phonatory Aerodynamic System (PAS)”, solunum-fonasyon koordinasyonunun ve performansının değerlendirilmesi için tasarlanmış, invaziv olmayan bir değerlendirme bataryasıdır. PAS aerodinamik sistem, akciğer kapasitesi, subglottal hava basıncı, hava akış hızı, ses basınç seviyesi (SPL) ve temel frekans

(F0) gibi farklı fizyolojik parametreleri nicel biçimde ortaya koymaktadır.

Literatürde beden kitle indeksi (BKİ) ve fonatuar mekanizmaya ait akustik bilgi ilişkisini konu alan pek çok çalışma vardır. Hamdan ve ark., formant frekansları ile vücut ölçüsü arasında bir korelasyon

Correspondence: Göksu YILMAZ

Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE/TURKEY

E-mail: goksuyilmaz@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences.

Received: 26 Feb 2020

Received in revised form: 22 Jun 2020

Accepted: 02 Jul 2020

Available online: 21 Jan 2021

2536-4391 / Copyright © 2021 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

bulunup bulunmadığı konusunda herhangi bir görüş birliği olmadığı gibi vücudun hangi bölgesine ait yağ ve kas dokusunun frekans değerlerini etkileyeceğine dair ortak bir konsensus bulunmadığını ifade ederken, BKİ ile ünlü seslerin formant frekansları arasında da korelasyonun mevcut olmadığını da belirtmişlerdir.¹ Solamon ve ark.nın, çalışmasına göre ise Maksimum Sürdürülebilir Fonasyon Süresi (MFS) performansının yaş, cinsiyet, vücut yüksekliği ve kiloya göre değişim gösterdiği belirtilmiştir.² De souza ve ark.nın, çalışmasına göre temel frekans (F0) değerlerinin, kilolu ve obez bireylerde vücut ağırlığından etkilendiği ve medyan değerlerine bakıldığında bu 2 grubun diğer gruplardan daha düşük F0'a sahip olduklarını belirtmişlerdir. Ek olarak, obez kadınların, diğer BKİ gruplarına göre daha düşük MFS gösterdiğini bulmuşlardır. Bunun sebebinin, kaburga ve karın çevresindeki artmış yağ dokusundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.³ Bu bağlamda ses üretimi, BKİ ve abdominal solunum ölçümleri bakımında beraber yordanmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, solunum fonasyon koordinasyonunu inceleyen ve aletsel bir aerodinamik ölçüm yöntemi olan fonatuar aerodinamik sistem cihazından elde edilecek veriler ile BKİ arasındaki ilişkiyi incelemektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

KATILIMCILAR

Çalışma grubunu, 18-25 yaş arası sağlıklı sese sahip profesyonel ses kullanıcısı olmayan ve üniversite öğrencisi popülasyonundan gönüllü olarak seçilen toplam 81 kadın oluşturmaktadır. Katılımcılar zayıf (n=21), normal (n=20), fazla kilolu (n=20) ve obez (n=20) olmak üzere 4 BKİ grubuna ayrılmıştır. Akustik ölçümler KayPENTAX-PAS Model 6600 ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar, BKİ oranlarında Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre tanımlı 5 BKİ grubundan zayıf, normal, fazla kilolu ve obez olarak 4 gruba ayrılmış ve ölçümler sonunda elde edilen veriler bu gruplar dâhilinde incelenmiştir. Katılımcıların, BKİ kullanılarak sınıflandırılmasında, DSÖ tarafından yapılmış olan sınıflama kullanılmıştır⁴. Her katılımcının ölçüm sırasında soğuk algınlığı veya mevsimsel alerjilerden uzak olmasına, kronik olarak astım has-

talığının olmamasına, sürekli kullanım gerektiren bir ilaç almıyor oluşuna ve menstrüel döngüde olmamasına dikkat edilmiştir. Bu çalışma, uluslararası Helsinki Deklarasyonu'na uygun olarak planlanmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden bireylerin tümü çalışmanın amacı konusunda bilgilendirilmiş ve yazılı onam formları alınmıştır. Araştırmanın etik uygunluğu Üsküdar Üniversitesi Etik Kurulu (Etik kurul karar numarası: 2019/217)ndan 26 Nisan 2019 tarihinde alınmıştır.

KAYIT PROSEDÜRLERİ

Ağırlık ölçümü için Sinbo marka SBS4427 model tartı ve uzunluk ölçümü için ise metre kullanılmıştır. Kütle-uzunluk ölçümleri aynı araştırmacı tarafından, aynı yerde ve aynı prosedürde yapılmış olup, BKİ hesaplaması için ise Vücut ağırlığı (kg)/Boy uzunluğunun karesi (m²) formülü kullanılmıştır. Bu bağlamda, boy ölçümü için her katılımcıdan ayakba-bısını çıkartması istenmiş ve topuklarını birleştirip, duvara dik biçimde yaslanmaları istenmiştir. Ağırlık ölçümlerinde ise yine ayakkabı olmadan ve sadece hafif giysilerin kalması koşulu ile gerçekleştirilmiştir. Gönüllü katılımcılar sigara içme öyküsü, akciğer hastalığı, nörolojik hastalık, yapısal bozukluklar, dil bozuklukları, işitme bozuklukları, konuşma bozuklukları ve/veya ses sorunları olmadığını bildiren sağlıklı kişilerden seçilmiştir. Veriler, akustik olarak yalıtılmış olan Üsküdar Üniversitesi fonetik laboratuvarında kaydedilmiştir. PAS cihazının kalibrasyonu her ölçümden önce cihaza ait 1 litrelik hava şırıngası ile yapılmış olup, minimum kabul edilebilir kalibrasyon değeri 0,97 litre olarak belirlenmiştir. Kayıt sırasında Vital Kapasite Protokolü (VKP), Maksimum Sürdürülebilir Fonasyon Protokolü (MSFP), Rahat Biçimde Sürdürülebilir Fonasyon Protokolü (RBSF), Ses Basınç Seviyesindeki Varyasyon Protokolü (SBSVP) ve Seslendirme Verimliliği Protokolü (SVP) olarak 5 farklı ölçüm protokolü uygulanmış olup, bunlara ait alt parametreler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

VKP: Katılımcıya maksimum nefes alıp tutmasını, ardından kayıt süreci başlatıldıktan sonra tuttuğu havayı PAS maskesine orta şiddette mum üfler gibi bırakması talimatı verilmiştir. Kayıt sırasındaki veriler, maskenin sn başına maksimum 5 L debisini aşmamacak şekilde görsel olarak izlenmiştir.

MSFP: Katılımcıya derin bir nefes alması, daha sonra rahat bir ses tonuyla sürekli olarak “aaah” fonasyonu yapması ve fonasyonu nefesi bitene kadar sürdürmesi istenmiştir.

RBSFP: Katılımcıya rahat bir nefes alması, daha sonra rahat bir ses tonuyla sürekli olarak ortalama 5 sn boyunca “aaah” fonasyonu yapması istenmiştir.

SVP: Katılımcıdan maskeyi yüzüne sıkıca bastırması ve intraoral tüpü dudaklarının arasına yerleştirilmesi istenmiştir. Kayıt başlatıldıktan sonra tek nefeste tekrarlama oranı sn’de 1,5-2 hece olacak biçimde/pa/hecesi tekrarlatılmıştır.

SBSVP: Katılımcıdan PAS maskesi yüzündeyken sesletim biçimi/pa: pa: pa:/olacak şekilde nefes kesintisi olmadan giderek artan 3 farklı ses şiddetinde fonasyon yapması istenmiştir.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin değerlendirilmesinde, SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterdiği durumlar için varyans analizi (ANOVA), normal dağılım göstermediği durumlar için ise Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. ANOVA kullanıldığı durumlarda değişkenlere ait betimsel istatistik olarak ortalama±standart sapma raporlanırken, Kruskal Wallis H testi kullanıldığında medyan (minimum-maksimum) değerleri raporlanmıştır. ANOVA kullanılan durumlarda anlamlı farklı tespit edilmediğinden “post hoc” testine gitme ihtiyacı duyulmamıştır. Kruskal Wallis H testi ile elde edilen anlamlı farklılığın, BKİ’nin hangi düzeylerinden kaynaklandığını tespit etmek için Benforoni düzeltilmesi dikkate alınarak Mann Whitney U testi ile ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

VKP’ye ait parametrelerin BKİ’ye göre farklı olup olmadığını incelemek amacıyla normal dağılım sağlandığı için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Sonuçlar **Tablo 1**’de sunulmuştur.

Tablo 1 incelendiğinde, BKİ’ye göre VKP’ye ait parametre ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği ($p > 0,05$) görülmektedir. Diğer bir deyişle, BKİ fark etmeksizin VKP’ye ait parametre ölçümleri benzerdir.

MSFP’ye ait parametrelerinin BKİ’ye göre farklılaşp farklılaşmadığını incelemek amacıyla normal dağılım gösteren parametre ölçümleri için varyans analizi (ANOVA); normal dağılım göstermeyen parametre ölçümleri için ise Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Sonuçlar **Tablo 2**’de sunulmuştur (**Tablo 2**).

Tablo 2 incelendiğinde, BKİ’ye göre MSFP’ye ait minimum SPL ve SPL ranjı parametre ölçümleri, istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterirken ($p < 0,05$) diğer parametre ölçümlerine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Anlamlı farklılık tespit edilen minimum SPL ve SPL ranjı parametre ölçümleri için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda, SPL ranjı parametre ölçümlerinde fazla kilolu ve obez bireyler arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p = 0,006$). Ortalamalar incelendiğinde, obez bireylerin SPL ranjı ölçümlerinin fazla kilolarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Minimum SPL değeri için ise yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (**Tablo 2**).

RBSFP’ye ait parametrelerin BKİ’ye göre farklılaşp farklılaşmadığını incelemek amacıyla normal

TABLO 1: Vital Kapasite Protokolüne ait parametre ölçümlerinin beden kitle indeksine göre incelenmesi.

	Zayıf (n=21)	Normal (n=20)	Fazla kilolu (n=20)	Obez (n=20)	
^a EHAS	11,90±4,93	10,23±4,49	11,82±6,43	12,81±4,79	F (3,77) = 0,849; p=0,472
^a TEHA	0,43±0,13	0,40±0,11	0,48±0,24	0,54±0,25	F (3,77) = 2,170; p=0,098
^a EV	2,44±0,71	2,17±0,83	2,65±0,75	2,76±0,84	F (3,77) = 2,199; p=0,095

* $p < 0,05$; ^aortalama±standart sapma; EHAS: Ekspiratuar hava akımı süresi; TEHA: Tepe ekspiratuar hava akımı; EV: Ekspiratuar volümü.

TABLO 2: Maksimum sürdürülebilir fonasyon protokolüne ait parametre ölçümlerinin beden kitle indeksine göre incelenmesi.

	Zayıf (n=21)	Normal (n=20)	Fazla kilolu (n=20)	Obez (n=20)		AF
^b MSBS ¹	74,29 (66,68-99,6)	76,67 (68,51-88,91)	74,50 (66,83-86,71)	76,86 (70,17-85,5)	$\chi^2(3)=3,272$; p=0,352	-
^b MSBS ²	51,72 (30,59-70,3)	59,29 (33,05-67,29)	58,56 (34,66-67,67)	49,30 (29,68-62,9)	$\chi^2(3)=8,719^*$; p=0,033	-
^b OSBS ³	63,63 (56,88-81,3)	69,38 (58,74-75,17)	66,96 (59,08-75,94)	66,85 (60,73-73,55)	$\chi^2(3)=6,939$; p=0,074	-
^b SBSR	33,06 (6,98-44,2)	16,76 (9,17-50,03)	14,62 (7,82-41,25)	27,96 (9,47-50,57)	$\chi^2(3)=10,170$; p=0,017	3-4
^b FSOSBS	64,59 (59,5-81,3)	69,37 (60,52-75,17)	67,30 (59,02-75,92)	67,47 (62,26-78,91)	$\chi^2(3)=5,785$; p=0,123	-
^a OSF	219,95±29,13	221,66±17,05	228,61±26,35	220,04±20,99	F(3,77)=0,599; p=0,618	-
^a FS	14,51±5,07	14,74±5,06	15,88±5,95	15,43±4,93	F(3,77)=0,290; p=0,833	-
^b TEHA	0,20 (0,09-1,72)	0,17 (0,03-0,39)	0,21 (0,06-0,32)	0,21 (0,06-0,65)	$\chi^2(3)=4,784$; p=0,188	-
^a OEHA	0,12±0,04	0,12±0,07	0,12±0,05	0,14±0,06	F(3,77)=0,549; p=0,651	-
^a EV	1,88±0,80	1,74±0,88	1,93±0,86	2,06±0,67	F(3,77)=0,542; p=0,655	-

*p<0,05; a:ortalama±standart sapma; b:medyan (minimum-maksimum); AF: Anlamlı fark; MSBS¹: Maksimum ses basınç seviyesi; MSBS²: Minimum ses basınç seviyesi; OSBS: Ortalama ses basınç seviyesi; SBSR: Ses basınç seviyesi ranji; FSOSBS: Fonasyon sırasındaki ortalama ses basınç seviyesi; OSF: Ortalama ses frekansı; FS: Fonasyon süresi; TEHA: Tepe ekspiratuar hava akımı; OEHA: Ortalama ekspiratuar hava akımı; EV: Ekspiratuar volümü.

dağılım gösteren parametre ölçümleri için varyans analizi (ANOVA), normal dağılım göstermeyen parametre ölçümleri için Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Sonuçlar [Tablo 3](#)'te sunulmuştur.

[Tablo 3](#) incelendiğinde, BKİ'ye göre RBSFP'ye ait parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği (p>0,05) görülmektedir. Diğer bir deyişle, BKİ fark etmeksizin RBSFP'ye ait parametrelerin değerleri birbirine benzerdir ([Tablo 3](#)).

SBSV protokolüne ait parametrelerin BKİ'ye göre farklılaşp farklılaşmadığını incelemek amacıyla normal dağılım sağlandığı için varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Sonuçlar [Tablo 4](#)'te sunulmuştur ([Tablo 4](#)).

[Tablo 4](#) incelendiğinde, BKİ'ye göre SBSVP'ye ait parametre ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği (p>0,05) görülmektedir. Diğer bir deyişle, BKİ fark etmeksizin SBSVP'ye ait parametrelerin değerleri benzerdir ([Tablo 4](#)).

SVP'ye ait parametrelerin BKİ'ye göre farklılaşp farklılaşmadığını incelemek amacıyla normal da-

ğılım gösteren parametre ölçümleri için varyans analizi (ANOVA); normal dağılım göstermeyen parametreler için Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır. Sonuçlar [Tablo 5](#)'te sunulmuştur ([Tablo 5](#)).

[Tablo 5](#) incelendiğinde, BKİ'ye göre SVP'ye ait parametre ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği (p>0,05) görülmektedir. Diğer bir deyişle, BKİ fark etmeksizin SVP'ye ait parametrelerin değerleri birbirine benzerdir ([Tablo 5](#)).

TARTIŞMA

Bu çalışmada, PAS cihazına ait 5 ayrı aerodinamik ölçüm protokolü her denek için kayıt edilmiş olup, protokollere ait alt parametrelerin, BKİ'ye göre farklılaşma durumu incelenmiştir.

OSF değeri toplamda 4 protokolde var olup, SBSV protokolü hariç diğer 3 protokolde BKİ'ye göre bu değerin istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı görülmüştür (p>0,005). Ancak ortalama değerlere bakıldığında 3 protokolde de obez gruba ait veriler diğer BKİ gruplarına göre daha düşük elde

TABLO 3: Rahat biçimde sürdürülebilir fonasyon protokolüne ait parametre ölçümlerinin beden kitle indeksine göre incelenmesi.

	Zayıf (n=21)	Normal (n=20)	Fazla kilolu (n=20)	Obez (n=20)	
^b MSBS ¹	72,06 (65,06-78,34)	71,44 (61,02-79,50)	71,88 (60,05-86,95)	72,68 (62,97-79,86)	$\chi^2(3)=1,938$; $p=0,585$
^b MSBS ²	61,55 (51,40-69,58)	61,26 (53,14-69,85)	62,84 (32,90-77,95)	63,91 (52,60-75,34)	$\chi^2(3)=4,528$; $p=0,210$
^a OSBS	64,87±3,16	65,04±4,35	66,46±6,07	67,78±5,13	F(3,77)=1,644 $p=0,186$
^b SBSR	11,73 (4,59-22,72)	9,70 (3,77-17,97)	9,25 (2,82-36,20)	8,30 (3,90-18,26)	$\chi^2(3)=5,858$; $p=0,119$
^b OSF	228,10(174,47-262,86)	229,97(179,15-264,03)	222,03(188,44-262,67)	218,35(177,48-242,77)	$\chi^2(3)=3,533$; $p=0,316$
^b FS	5,00 (2,47-5,67)	5,01 (0,56-5,62)	5,02 (3,20-5,42)	5,05 (2,27-5,59)	$\chi^2(3)=0,577$; $p=0,902$
^b TEHA	0,17 (0,04-0,28)	0,16 (0,01-0,36)	0,17 (0,05-0,27)	0,16 (0,03-0,51)	$\chi^2(3)=0,327$; $p=0,955$
^a OEHA	0,12±0,05	0,12±0,08	0,12±0,07	0,13±0,08	F(3,77)=0,071; $p=0,975$
^b EV	0,62 (0,18-1,22)	0,62 (0,04-1,70)	0,63 (0,17-1,26)	0,65 (0,08-10,59)	$\chi^2(3)=0,101$; $p=0,992$

* $p<0,05$; a:ortalama±standart sapma; b:medyan (minimum-maksimum); MSBS¹: Maksimum ses basınç seviyesi; MSBS²: Minimum ses basınç seviyesi; OSBS: Ortalama ses basınç seviyesi; SBSR: Ses basınç seviyesi ranji; OSF: Ortalama ses frekansı; FS: Fonasyon süresi; TEHA: Tepe ekspiratuar hava akımı; OEHA: Ortalama ekspiratuar hava akımı; EV: Ekspiratuar volüm.

TABLO 4: Ses basınç seviyesindeki varyasyon protokolüne ait parametre ölçümlerinin beden kitle indeksine göre incelenmesi.

	Zayıf (n=21)	Normal (n=20)	Fazla kilolu (n=20)	Obez (n=20)	
^a MSBS ¹	88,52±5,65	87,45±4,59	87,49±5,31	89,13±4,55	F(3,77)=0,532; $p=0,662$
^a MSBS ²	70,18±4,52	68,94±5,95	69,51±3,75	68,93±4,99	F(3,77)=0,307; $p=0,820$
^a OSBS	79,87±4,03	78,90±4,05	78,99±3,87	79,79±3,89	F(3,77)=0,339; $p=0,797$
^a SBSR	18,33±4,81	18,50±4,82	17,98±5,06	20,21±5,65	F(3,77)=0,762; $p=0,519$
^a OSF	208,31±20,18	205,03±13,84	209,62±16,48	200,90±11,01	F(3,77)=1,263; $p=0,293$
^a SFR	111,59±23,03	113,45±29,34	120,56±29,70	115,87±36,05	F(3,77)=0,344; $p=0,794$

* $p<0,05$; a:ortalama±standart sapma; MSBS¹: Maksimum ses basınç seviyesi; MSBS²: Minimum ses basınç seviyesi; OSBS: Ortalama ses basınç seviyesi; SBSR: Ses basınç seviyesi ranji; OSF: Ortalama ses frekansı; SFR: Ses frekansı ranji.

edilmiştir. Bu bilgiyle paralel olarak yapılan bazı çalışmalar, obez bireylerde daha düşük ve zayıf bireylerde ise daha yüksek F0 değeri elde ettiklerini bildirmiştir.⁵⁻⁷ Evans ve ark.nın, çalışmasına göre erkek sesinin tınısı ile omuz-göğüs çevresi ve omuzkalça oranı dâhil olmak üzere vücut şekli ölçümleri arasında anlamlı negatif bir korelasyon bulunmuştur. Düşük temel frekanslar, daha büyük vücut şekli, özellikle üst vücut kasları olan bireyleri belirtmiştir.⁸ Barsties ve ark.nın çalışmasında, düşük ağırlıklı bireylerin normal kilodaki bireylere göre anlamlı olarak daha yüksek F0 değerleri gözlenmiştir.⁹ Souza ve Santos'un çalışmasına göre, F0 değerlerinin kilolu ve obez bireylerde vücut ağırlığından etkilendiği ve medyan değerlerine bakıldığında bu 2 grubun diğer

gruplardan daha düşük F0'a sahip olduklarını belirtmişlerdir.¹⁰ Nitekim bu çalışma da F0 ve BKİ ilişkisi bakımından istatistiksel olarak anlamlı olmasada ortalama değer açısından, literatürde belirtilen diğer çalışmalarla paralel sonuçlara ulaşmıştır.

Tam tersi olarak literatürde BKİ arttıkça F0 değerinin arttığını gösteren çalışmalar da mevcuttur. Ses kimliğini belirleyen hormonal yapılanmanın aynı zamanda vücudun yağ birikimi, dağılımı ve metabolizmasını da düzenlediği varsayımı mevcuttur.¹¹ Dolayısıyla, yağ konsantrasyonundaki ve dağılımındaki farklılıkların ses üzerinde bir etkisi olabileceği söylenebilir çünkü yağ dokusu östrojen, progesteron ve androjen reseptörlerini içerdiği için hormonal bir hedef olduğu savunulmaktadır.¹² Bu bağlamda D'hae-

TABLO 5: Seslendirme verimliliği protokolüne ait parametre ölçümlerinin beden kitle indeksine göre incelenmesi.

	Zayıf (n=21)	Normal (n=20)	Fazla kilolu (n=20)	Obez (n=20)	
^a MSBS ¹	76,77±4,37	76,50±3,50	76,78±4,42	76,55±4,10	F (3,77)=0,025; p=0,995
^a MSBS ²	74,50±4,47	73,64±3,56	74,14±4,99	73,98±3,99	F (3,77)=0,142; p=0,934
^a OSBS	74,50±4,46	73,71±3,67	74,15±4,98	74,01±3,98	F (3,77)=0,120; p=0,948
^a OSF	232,21±22,16	245,56±18,01	235,86±22,64	226,03±34,22	F (3,77)=2,149; p=0,101
^b FR	12,11 (5,28-147,05)	12,54 (6,81-143,99)	12,31 (4,98-145,30)	11,91 (6,50-158,09)	χ^2 (3)=1,440; p=0,696
^a EHAS	0,63±0,11	0,66±0,11	0,69±0,10	0,69±0,12	F (3,77)=1,703; p=0,173
^b THB	11,05 (6,23-15,04)	9,22 (6,28-16,60)	9,52 (4,03-20,22)	10,61 (7,33-14,08)	χ^2 (3)=5,200; p=0,158
^b TEHA	0,17 (0,05-0,40)	0,18 (0,05-0,75)	0,21 (0,09-0,67)	0,25 (0,06-0,53)	χ^2 (3)=0,564; p=0,905
^b HHA	0,11 (0,03-0,22)	0,11 (0,02-0,28)	0,13 (0,04-0,27)	0,14 (0,03-0,27)	χ^2 (3)=1,236; p=0,744
^b EV	0,08±0,03	0,08±0,04	0,09±0,04	0,10±0,05	F (3,77)=1,027; p=0,385
^a FSOHA	0,11 (0,02-0,21)	0,11 (0,02-0,27)	0,13 (0,04-0,26)	0,14 (0,03-0,25)	χ^2 (3)=1,090; p=0,780
^b AG	2,60±3,60	2,78±3,74	2,87±3,60	3,18±3,66	F (3,77)=0,76; p=0,972
^a AD	62,33 (46,88-220,16)	67,59 (34,89-222,30)	71,56 (38,74-175,16)	73,13 (36,63-408,38)	χ^2 (3)=0,581; p=0,901
^b AOhm	63,57 (47,81-224,51)	68,92 (35,58-226,70)	72,98 (39,50-178,62)	74,58 (37,36-416,46)	χ^2 (3)=0,581; p=0,901
^b AV	39,83 (4,88-263,31)	37,93 (7,60-170,67)	32,95 (7,43-974,38)	31,46 (5,59-318,02)	χ^2 (3)=0,575; p=0,902

*p<0,05; a:ortalama±standart sapma; b:medyan (minimum-maksimum); MSBS¹: Maksimum ses basınç seviyesi; MSBS²: Minimum ses basınç seviyesi; OSBS: Ortalama ses basınç seviyesi; FR: Frekans ranji; OSF: Ortalama ses frekansı; EHAS: Ekspiratuar hava akımı süresi; THB: Tepe hava basıncı; TEHA: Tepe ekspiratuar hava akımı; HHA: Hedef hava akımı; EV: Ekspiratuar volüm; FSOHA: Fonasyon sırasındaki ortalama hava akımı; AG: Aerodinamik güç; AD: Aerodinamik direnc; AOhm: Aerodinamik direnc; AV: Aerodinamik verim.

seleer ve ark., BKİ ve F0 arasındaki korelasyonun doğrulanması için bir araştırma yapmışlardır. Hormon tedavisi görmüş ve görmemiş menopoz öncesi ve sonrası bir grup hasta üzerinde çalışmışlar ve sonuç olarak hormon tedavisi uygulanmayan postmenopozal kadınlarda, BKİ'nin arttığını ve konuşmanın F0'ında da artış olduğunu belirtmişlerdir. Bu korelasyon, araştırmacılara göre yüksek BKİ'ye sahip olan kadınlarda yağ dokusunun fazla olması ve bu nedenle östrojen üretiminin daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır.¹³ Bu durum, BKİ'nin akustik araştırmalarda tek başına yeterli olmayıp daha net sonuçlar için vücut bölgelerine göre yağ oranına ve hormon etkilerine bakılmasının gerekliliğini ortaya koyabilir.

Literatürde BKİ ile F0 arasındaki ilişkiyi reddeden çalışmalar da mevcuttur. Dommelen ve Moxness tarafından yapılan bir araştırmada, konuşmacıların temel frekansı, ağırlıkları ve uzunlukları ile ilişkilendirilmemiştir.¹⁴ Bu bulgular, daha derin sesli erkek-

lerin daha ağır olarak değerlendirilmediği Collins'in çalışması tarafından da doğrulanmıştır.¹⁵ Benzer şekilde Lass ve Brown, konuşmacıların boyu, kilosu, vücut yüzey alanları ve konuşma temel frekansları arasında korelasyon bildirmemiştir.¹⁶ Kunzel 105 erkek ve 78 kadın erişkinde ortalama F0, boy ve ağırlık arasında anlamlı bir korelasyon bulamamıştır.¹⁷ Bu araştırmanın sonuçları da istatistiksel anlamlılık olarak, yukarıda belirtilen raporlara uygundur ancak ortalama değer olarak obez bireylerin, diğer BKİ gruplarına göre daha düşük ortalama ses frekansına sahip olması, dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bununla birlikte, De Souza ve ark.nın çalışmasına göre, obez grubun yüksek oranda ses şikâyetine sahip olduğunu belirtmişlerdir ve neden olarak, bo-yundaki yağ birikiminin hava akışını engelleyerek, solunum ve fonasyonu koordine etmeyi zorlaştırdığı için vokal eforda artış ile beraber seyreden ses şikâ-

yetlerindeki artışla sonuçlandırıldığını öne sürmüşlerdir.¹⁸ Buna ek olarak, temel frekans ortalamasının obez grupta kontrol grubuna göre daha düşük olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını da eklemişlerdir.¹⁸ De Souza ve ark.nın çalışmasına paralel olarak bu çalışmada da PAS ölçümleri sonunda elde edilen verilere göre obez grubun diğer BKİ gruplarına göre daha düşük ortalama F0 değerleri elde edilmiştir ancak bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir. De Souza ve ark. ise bu durumu yukarıda bahsedildiği üzere artmış yağ dokusuna bağlı azalmış solunum kemoreseptör aktivitesinin, larinks dış kaslarında gerginliğe yol açarak, ses frekansı için ikincil olarak sorumlu olan larinks dışı kasların gerginliğini artırıp, temel frekansın azaltılmasından sorumlu olabileceği şeklinde açıklamışlardır.¹⁸ Ek olarak, Çelebi ve ark.nın çalışmasına göre obez bireylerin GRBAS skorlarında ve aerodinamik olarak değerlendirdikleri s/z oranında kontrol grubuna göre anlamlı derecede azalma ve buna bağlı olarak obez bireylerde ses kalitesinde bir düşüş olduğu belirtilmiştir.¹⁹ Nitekim bu çalışma da bahsedilen argümanları destekler niteliktedir.^{18,19}

Üç fizyolojik faktör, maksimum fonasyon süresine etki edebilir. Bunlar; ses üretimi için mevcut olan toplam hava kapasitesi, ekspiratuar kuvvet ve hava kullanımındaki verimlilik için gırtlak ayarlamasıdır.²⁰ Ekspiratuar kuvveti etkileyen önemli etkenlerden biri de diyafram kası ve abdominal kaslardır. Bu bağlamda, akciğerler 2 şekilde genişletilebilir ve büzülebilir. Bunlar; (1) göğüs boşluğunu uzatmak veya kısaltmak için diyaframın aşağı ve yukarı hareket etmesi ve (2) göğsün arka-ön çapını artırmak ve azaltmak için kaburgaların yükseltilmesi ve bastırılmasıdır ve normal nefes alma, neredeyse tamamen yukarıdaki yöntemlerden birincisi, yani diyaframın hareketi ile gerçekleştirilir.²¹ İnhalasyon sırasında diyaframın kasılması, akciğerlerin alt yüzeylerini aşağı doğru çeker. Daha sonra, ekspirasyon sırasında diyafram basitçe gevşer ve göğüs duvarının ve abdominal yapıların elastik geri tepmesi ile akciğerler sıkıştırılır. Böylelikle akciğerler içindeki hava dışarı çıkarılmış olur. Buna ek olarak, abdominal kaslar, diyafram kubbesinin inspirasyon sırasında düşmesini engellediği için diyaframın göğüs kafesini genişletme etkisini de ar-

tırır.²² Diyafram ve abdominal kaslar arasındaki bu ilişki solunum için gereklidir.

Cinsiyet, BKİ, bel çevresi ve yaş, diyafragmatik hareketleri belli bir dereceye kadar etkileyen parametreler olarak karşımıza çıkabilir. Literatürde, daha küçük BKİ ve bel çevresi ile daha genç yaşta sağlıklı kişilerde, diyafram hareketinin azaldığını belirten çalışmalar mevcuttur.²³ Bazı çalışmalar BKİ ile spirometrik inceleme eşliğinde belirlenen akciğer fonksiyonu arasında doğrudan bir ilişki bulmuştur.²⁴ Kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan hastalarda, solunum kas kuvveti ve akciğer fonksiyonunun, vücut ağırlığı ve yağsız vücut kitlesi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir.²⁵ Santana ve ark., yaşlı erkeklerde vücut kompozisyonu ve yağ dağılımının akciğer fonksiyonları ile ilişkili olduğunu belirtmiştir.²² Merkezi yağ dağılımı, akciğer fonksiyonu ile negatif korelasyon gösterirken, yağsız kütle miktarı pozitif olarak akciğer fonksiyonu ile koreledir. Bu nedenle yaşa bağlı vücut kompozisyonu ve yağ dağılımı değişiklikleri, pulmoner bozukluk ile ilişkilendirilebilir.²⁶ Kantarcı ve ark.nın çalışmasına göre, 30 yaşından küçük deneklerde diyafram hareketinde 30 yaşından büyük deneklere göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gösterdiğini ve daha küçük BKİ (<18,5) ve bel çevresi (<70 cm) olan sağlıklı kişilerin azalmış miktarda diyafragmatik hareket gösterdiğini, buna ek olarak BKİ ile bel çevresi uzunluğu arttıkça diyafram hareketinin arttığını bulmuşlardır.²³ Bununla birlikte, hareketteki bu artışın doğrusal olmadığını ve BKİ ile bel çevresi arttıkça, diyafram hareketinin paralel bir artış göstermeyeceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, BKİ ile bel çevresini daha küçük olan kişilerin kısa boyları ve toraksı ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir.²³ Araştırmacıların bir başka olası açıklaması ise diyafram ağırlığının diyafram hareketi üzerindeki etkisi olabileceği yönündedir. Diyafram ağırlığı, vücut ağırlığı arttıkça artar ve solunum kası gücü doğrudan diyafram ağırlığı ile ilişkilidir.²⁷ Kantarcı ve ark.nın çalışmasında, diyafragmatik hareket açısından bu gözlemin doğru olabileceğini göstermiştir.²⁶

VKP'de ekspiratuar volüm ile ekspiratuar hava akım süresi, MFSP ve RBSFP'deki ortalama ekspiratuar hava akımı ile ekspiratuar volüm, SVP'de ise

ekspiratuar volüm ile sesleme sırasındaki ortalama hava akımı alt parametrelerinin, BKİ'ye göre değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı görülmüştür. Ancak tüm bu aerodinamik alt parametreler ortalama değer açısından incelendiğinde, obez grubun diğer BKİ gruplarına göre daha büyük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ek olarak, maksimum sürdürülebilir fonasyon protokolünün bir alt parametresi olan fonasyon süresi değeri hiçbir BKİ için anlamlı fark göstermemiştir. Ortalama değerler incelendiğinde ise fazla kilolu ve obez gruplar için maksimum fonasyon süresi (MFS) daha yüksek elde edilmiştir.

Barsties ve ark.nın, vital kapasite ölçümü zayıf deneklerde diğer deneklerden anlamlı derecede düşük bulunmuş ve MFS 10 sn'lik normatif eşiğinin altına düşmemesine rağmen zayıf grupta önemli ölçüde kısa elde edilmiştir.^{9,28} Bu çalışmada, hiçbir BKİ grubu ortalama MFS değeri açısından 14 sn altına düşmemiştir. Barsties ve ark.nın çalışmasına benzer olarak, zayıf ve normal gruptaki MFS ortalaması fazla kilolu ve obez gruba göre daha düşük elde edilmiştir ancak sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir.⁹

Protokollerden elde edilen ekspiratuar volüm, MFS ve ortalama ekspiratuar hava akımı değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da obez grupta diğer BKİ gruplarına göre ortalama olarak daha yüksek değerlerin elde edilmiş olması bu gruptaki bireylerin Souza ve Santos, (2018) çalışmasında öne sürdüğü üzere, artmış boyun adipozitesine bağlı olarak arttığı düşünülen laringeal direnç ve buna bağlı olarak artan subglottal basınç teorisini destekler niteliktedir.¹⁰ Bu bağlamda obez bireylerin boyun adipozitesindeki yoğunluktan kaynaklanan laringeal direnç artışına bağlı olarak, artmış bir subglottal basınçla birlikte fonasyon gerçekleştirmeleri ve bu durumda diğer gruplara göre ortalama olarak daha yüksek ekspiratuar volüm ve MFS olarak karşımıza çıkmış olması muhtemeldir. Ancak literatürde obez grubun diğer BKİ gruplarına göre düşük MFS değerleri gösterdiği çalışmalar da mevcuttur.^{5,29} Bu çalışmada ise istatistiksel olarak anlamlı olmasada ortalama değer açısından obez bireylerin MFS'si diğer BKİ gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur.

Barsties ve ark.nın çalışmasına göre, obez grup diğer gruplarla karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek minimum ve maksimum ses şiddeti değerleri gösterirken, zayıf grup ise vital kapasite değerleri için istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük değerler göstermiştir.⁹ Bu çalışmada da, tüm protokollere ait alt parametrelerde anlamlı fark sadece SPL ranjı değerinde elde edilmiştir ve ortalamalar karşılaştırıldığında obez grup, fazla kilolu gruba göre daha yüksek SPL ranjı değerleri göstermiştir. Kısaca, obez bireylerdeki yüksek laringeal direnci aşabilmek için gereken yüksek subglottal basınç nedeniyle, SPL değerlerinin diğer gruplara göre daha yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Bu bağlamda araştırmacılara göre, obez deneklerin diğer deneklerle karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha yüksek minimum ve maksimum ses şiddeti ile habitual ses basınç seviyesi göstermesi dikkat çekici bir bulgudur.⁹ Kantarcı ve ark.nın çalışmasına göre, obez deneklerin diyafram hareketleri ve ağırlıkları daha büyüktür ve bu nedenle solunum kas kuvveti daha yüksektir.²³ Sonuç olarak, Solomon ve ark.nın 2011 yılındaki çalışmasında da ifade edildiği üzere grubun fonasyon hava akımı parametrelerinde yüksek subglottal basınç ile sonuçlanan potansiyel olarak daha fazla solunum hava akımı gücü mevcuttur. Subglottal hava basıncını yükseltmek, genellikle glottis içinden itilen daha fazla hava yoluyla artan ses yoğunluğuna neden olabilir.³⁰ Ayrıca, tamamen net olmamakla birlikte obez deneklerinin diğer gruplara göre yüksek şiddetli fonasyon yapmamasının altında yatan olası bir sebep de araştırmacılara göre vokal kordlarına veya çevresindeki dokulara eklenen kütle yoluyla artan direnç ile ilgili olabilir.³⁰ Birçok obez bireyde (yedeklenmiş intralümenal yağ dokusu ile ilgili olarak), faringeal lümenin küçülmüş bir çapı ve buna bağlı olarak bu durumun artmış supralaringeal dirence katkıda bulunması mümkündür. Bu nedenle artan faringeal direncin zayıflatıcı/sönümleyici etkilerinin üstesinden gelmek için artırılmış subglottal basınç gerekmektedir. Artan faringeal direncin etkisi, bir obez kişinin yumuşak fonasyon üretme kabiliyetini potansiyel olarak azaltabilmektedir.³⁰ Yani ses üretmek için gerekli olan minimum basınç miktarı, karşılaşılan yüksek direnç nedeniyle yükselir. Bu etkiler, obez deneklerdeki artmış ses yoğunluğunu ve yumuşak fonasyon üretme

yeteneklerindeki düşüşü açıklamaya yardımcı olabilir.⁹ Bu çalışmada, elde edilen sonuçlar ve çıkarımlar yukarıda bulunan açıklamalarla tutarlıdır ancak ortalama değerler bazında yapılan BKİ ve F0, subglottal basınç, laringeal direnç, vital kapasite ve MFS süreleri arasında varsayılan ilişkiler, bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre istatistiksel olarak anlamlı değildir. BKİ ile aerodinamik parametreler arasında bir ilişki vardır ancak mevcut çalışmada bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı düzeylerde ortaya konulmamıştır.

SONUÇ

Sonuç olarak, Kantarcı ve ark.nın çalışmasında ileri görüntüleme teknikleri kullanarak ortaya koyduğu bilgiler ışığında, obez bireylerin diyafram hareketi ve ağırlığının daha büyük olduğu ve bu nedenle solunum kas kuvvetinin daha yüksek olduğu düşüncesine dayanarak, bu çalışmada da obez bireylerin artan diyafram kütleliye ilişkili olarak arttığı varsayılan diyafram hareketleri ve Souza ve Santos çalışmasında belirttiği gibi artan yağ dokusunun neden olduğu artmış faringeal dirence bağlı olarak geliştiği ifade edilen artmış subglottal basınçın, bu çalışmadaki obez bireylerinde ses basınç seviyesi, ekspiratuar volüm, ekspiratuar hava akımı ve MFS parametrelerini etkileme nedeni olabilir.^{10,23} Bu bağlamda, önceki çalışmalar ışığında artmış boyun adipozitesi ile birlikte arttığı öngörülen laringeal direnç ve Solomon ve ark.nın çalışmasında belirttiği gibi artmış BKİ'ye bağlı olarak artmış olabileceği düşünülen vokal kord kütleli sonucunda, obez grupta azalmış F0 değerleri gözlemlenebilir ve nitekim bu durum çalışmamızda da ortalama değer açısından gözlenen bir durum olmuştur.³¹ Bu bağlamda, obezitenin profesyonel olmayan kadın ses kullanıcıları için solunum-fonasyon koordinasyonunu güçleştirebileceği öngörülebilmektedir. Bu çalışma, ortalama değerler açısından yukarıdaki açıklamaları karşılarsa da elde edilen parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olma-

yışı, çalışmada yer alan katılımcı sayısının yetersiz olmasına atfedilebilir. İleride yapılacak olan benzer çalışmalarda katılımcı sayısının artırılması ve ileri görüntüleme tekniklerinin kullanılması sonunda elde edilecek verilerin konuyla ilgili daha detaylı bilgiler vereceği düşünülmektedir.

ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

Katılımcıların, akciğer kapasiteleri ve günlük fiziksel aktivite dereceleri bu çalışmada dikkate alınmamıştır. Ek olarak organik bir laringeal patoloji varlığını tam olarak dışlayabilmek mümkün olamamış ve katılımcılar KBB hekim muayenesinden geçmemiştir. Bu bağlamda ses sağlığı uzman dil ve konuşma terapistleri tarafından klinikte sıkça kullanılan algısal değerlendirme parametreleri üzerinden yürütülmüştür.

Teşekkür

Yazım sürecindeki katkılarından ötürü Sayın Prof. Dr. Ahmet Konrot'a ve Dr.Ceki Paltura'ya, veri toplama aşamasındaki yardımlarından ötürü Dkt. Dilan Ertan'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Brockmann M, Drinnan MJ, Storck C, Carding PN. Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *J Voice*. 2011;25(1):44-53.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
2. Orlikoff RF, Baken RJ. The effect of the heart-beat on vocal fundamental frequency perturbation. *J Speech Hear Res*. 1989;32(3):576-82. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
3. Schoentgen, J. Quantitative evaluation of the discrimination performance of acoustic features in detecting laryngeal pathology. *Speech Communication*. 1982;1(3-4):269-82.[\[Crossref\]](#)
4. World Health Organization (2020). BMI Classification. [\[Link\]](#)
5. Da Cunha MGB, Passerotti GH, Weber R, Zilberstein B. Caracterização da voz do indivíduo portador de obesidade mórbida. *Arq Bras Cir Dig*. 2009;(22):76-81.[\[Crossref\]](#)
6. Souza LB, Pereira RM, Santos MM, Godoy CM. Fundamental frequency, phonation maximum time and vocal complaints in morbidly obese women. *Arq Bras Cir Dig*. 2014;27(1):43-6. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
7. Bortolotti P, Andrada e Silva MA. Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no Setor de Cirurgia Bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Dist Comun*. 2005;17(2):149-60.[\[Link\]](#)
8. Evans S, Neave N, Wakelin D. Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for a deep male voice. *Biol Psychol*. 2006;72(2):160-3.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
9. Barsties B, Verfaillie R, Roy N, Maryn Y. Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? *Codas*. 2013;25(4):310-8.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
10. Souza LBR, Santos MMD. Body mass index and acoustic voice parameters: is there a relationship? *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018;84(4):410-5.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
11. Blouin K, Boivin A, Tchernof A. Androgens and body fat distribution. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2008;108(3-5):272-80.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
12. Hamdan AL, Al-Barazi R, Tabri D, Saade R, Kutkut I, Sinno S, et al. Relationship between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *J Voice*. 2012;26(2):144-7.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
13. D'haeseleer E, Depypere H, Claeys S, Van Lierde KM. The relation between body mass index and speaking fundamental frequency in premenopausal and postmenopausal women. *Menopause*. 2011;18(7):754-8. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
14. van Dommelen WA, Moxness BH. Acoustic parameters in speaker height and weight identification: sex-specific behaviour. *Lang Speech*. 1995;38(Pt 3):267-87.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
15. Collins SA. Men's voices and women's choices. *Anim Behav*. 2000;60(6):773-80. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
16. Lass NJ. Correlational study of speakers' heights, weights, body surface areas, and speaking fundamental frequencies. *J Acoust Soc Am*. 1978;63(4):1218-20.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
17. Künzel HJ. How well does average fundamental frequency correlate with speaker height and weight? *Phonetica*. 1989;46(1-3):117-25.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
18. Souza LB, Pereira RM, Santos MM, Godoy CM. Fundamental frequency, phonation maximum time and vocal complaints in morbidly obese women. *Arq Bras Cir Dig*. 2014;27(1):43-6.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
19. Celebi S, Yelken K, Develioglu ON, Topak M, Celik O, Ipek HD, et al. Acoustic, perceptual and aerodynamic voice evaluation in an obese population. *J Laryngol Otol*. 2013;127(10):987-90. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
20. Newman SR, Butler J, Hammond EH, Gray SD. Preliminary report on hormone receptors in the human vocal fold. *J Voice*. 2000;14(1):72-81.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
21. Green M, Moxham J. The respiratory muscles. *Clin Sci (Lond)*. 1985;68(1):1-10.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. De Troyer A. Cournand lecture: Mechanical action of the abdominal muscles. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1983;19(6):575-81. [\[PubMed\]](#)
23. Kantarci F, Mihmanli I, Demirel MK, Harmanci K, Akman C, Aydoğan F, et al. Normal diaphragmatic motion and the effects of body composition: determination with M-mode sonography. *J Ultrasound Med*. 2004;23(2):255-60. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
24. Houston JG, Angus RM, Cowan MD, McMillan NC, Thomson NC. Ultrasound assessment of normal hemidiaphragmatic movement: relation to inspiratory volume. *Thorax*. 1994;49(5):500-3.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
25. Nishimura Y, Tsutsumi M, Nakata H, Tsunenari T, Maeda H, Yokoyama M. Relationship between respiratory muscle strength and lean body mass in men with COPD. *Chest*. 1995;107(5):1232-6.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
26. Santana H, Zoico E, Turcato E, Tosoni P, Bisoli L, Olivier M, et al. Relation between body composition, fat distribution, and lung function in elderly men. *Am J Clin Nutr*. 2001;73(4):827-31.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
27. Arora NS, Rochester DF. Effect of body weight and muscularity on human diaphragm muscle mass, thickness, and area. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1982;52(1):64-70.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. Hamdan AL, Al-Barazi R, Tabri D, Saade R, Kutkut I, Sinno S, et al. Relationship between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *J Voice*. 2012;26(2):144-7.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
29. Carrera M, Barbé F, Sauleda J, Tomás M, Gómez C, Agustí AG, et al. Patients with obstructive sleep apnea exhibit genioglossus dysfunction that is normalized after treatment with continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(6):1960-6.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
30. Solomon NP, Helou LB, Dietrich-Burns K, Stojadinovic A. Do obesity and weight loss affect vocal function? *Semin Speech Lang*. 2011;32(1):31-42.[\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)