

## Frecuencia fundamental en hombres transexuales en diferentes etapas de tratamiento hormonal

María-José Marsano-Cornejo<sup>1,2</sup>, Ángel Roco-Videla<sup>3,4</sup>, Kimberly Bascuñan-Reinoso<sup>1</sup>, Valery Garrido-Morales<sup>1</sup>, Maite González-Reyes<sup>1</sup>, Karina González Yáñez<sup>1</sup>, Belén Opazo-Almazabal<sup>1</sup>, Camila Silva-Silva<sup>1</sup>

Recibido 5 de octubre de 2021 / Primera Revisión 11 de noviembre de 2021 / Aceptado 8 de marzo de 2022

**Resumen.** El tratamiento hormonal que reciben los hombres transexuales tiene entre sus efectos la masculinización de la voz. El objetivo de esta investigación es medir la mediana de la frecuencia fundamental en el habla ( $Mf_0$ ) en hombres transexuales en distintas etapas de su tratamiento hormonal y determinar el nivel de correlación entre este parámetro y el número de dosis recibidas.

Utilizando Praat se obtuvo el valor de la  $Mf_0$  de una serie automática de palabras, su valor mínimo y máximo, y el rango. Se separó la muestra en dos grupos según el número de dosis de hormonas recibidas. El Grupo 1 estuvo conformado por sujetos con 11 o menos dosis de testosterona. El Grupo 2 estuvo conformado por sujetos con 12 o más dosis.

Los valores encontrados son comparables con los esperados para hombres no transgéneros. No se encontraron diferencias significativas respecto a la  $Mf_0$ ,  $Mf_{0min}$ ,  $Mf_{0max}$  y rango, al comparar los grupos 1 y 2. Existe una correlación baja entre el número de dosis y la  $Mf_0$ .

Existe una asociación entre el tratamiento hormonal y la masculinización de la voz, sin embargo, no existe evidencia que señale que a mayor número de dosis de hormonas exista una mayor masculinización de la voz. Se necesita realizar nuevas investigaciones con población más grande para verificar estos resultados.

**Palabras claves:** Disforia de género; Frecuencia fundamental; Tono; Tratamiento hormonal; Voz.

### [en] Fundamental frequency in transsexual men in different stages of hormonal treatment

**Abstract.** The hormonal treatment that transsexual men receive has among its effects the masculinization of the voice. The objective of this research is to measure the median fundamental frequency in speech ( $Mf_0$ ) in transsexual men at different stages of their hormonal treatment and to determine the level of correlation between this parameter and the number of doses received.

Using Praat, the  $Mf_0$  value of an automatic series of words, its minimum, maximum and range values was obtained. The sample was separated into two groups according to the number of doses of hormones received. Group 1 consisted of subjects with 11 or less doses of testosterone. Group 2 was made up of subjects with 12 or more doses.

The values found are comparable with those expected for non-transgender men. No significant differences were found with respect to  $Mf_0$ ,  $Mf_{0min}$ ,  $Mf_{0max}$  and range, when comparing groups 1 and 2. There is a low correlation between the number of doses and  $Mf_0$ .

There is an association between hormonal treatment and masculinization of the voice, however, there is no evidence to indicate that the higher the number of doses of hormones there is a greater masculinization of the voice. New research with a larger population is needed to verify these results.

**Keywords:** Fundamental frequency; Gender dysphoria, Hormonal treatment; Tone; Voice.

**Sumario:** Introducción. Método. Participantes. Grabación. Resultados. Discusión. Bibliografía.

**Cómo citar:** Marsano-Cornejo, M. J. et al., (2022). Frecuencia fundamental en hombres transexuales en diferentes etapas de tratamiento hormonal. *Revista de Investigación en Logopedia* 12 (2), e78276, <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.78276>

## Introducción

La voz humana corresponde al instrumento que permite comunicarnos y diferenciarnos. Se produce gracias a la acción coordinada del sistema respiratorio, quien provee del flujo de aire necesario para generar el sonido, el sistema fonatorio, el cual es el encargado de la producción de los sonidos cuando estos se producen por vi-

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Chile.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Las Américas, Chile.

<sup>3</sup> Facultad de Salud, programa de Magister en Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Chile.

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería, departamento de ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción-Chile.

bración de los pliegues vocales que se encuentran en la laringe, cuya posición y tamaño varía según la edad (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013), y el sistema resonancial o articulatorio el cual modificará el sonido. Este sonido generado por vibración produce una onda sonora compleja, formada por una frecuencia fundamental ( $f_0$ ) encargada de entregar el tono de voz de cada persona y una serie de armónicos múltiplos de la  $f_0$ , que influyen en el timbre de voz (Adrián Torres y Casado Morente, 2002).

Una persona transgénero experimenta disconformidad entre el sexo asignado al nacer y el género que lo identifica, siendo evidente una incongruencia entre ambos (American Psychiatric Association, 2013). La mayoría de los estudios a nivel internacional se han realizado en la voz de mujeres transexuales (Davies, Papp y Antoni, 2015; Gelfery Tice, 2013; Oates y Dacakis, 2015), es decir, aquellos que nacen biológicamente con sexo masculino, pero su identidad es de mujer.

Hoy en día existen distintos tratamientos quirúrgicos que permiten la feminización de la voz, como la aproximación cricotiroidea (AC) y la glotoplastia, los cuales demuestran que existe un aumento en la frecuencia fundamental ( $f_0$ ) (Meister et al., 2017); sin embargo, no existe mucha información respecto a cómo se realiza el proceso de masculinización de la voz, que permita a los hombres transexuales verse y sentirse de acuerdo con su identidad de género.

Estudios anteriores demuestran que con el tratamiento de testosterona (Irwig, 2017), aumenta favorablemente la probabilidad de que las personas transexuales masculinas sean percibidas con el género que los identifica en contextos sociales, siendo un factor positivo en la construcción de identidad de transmasculinos. En la actualidad la terapia hormonal es la más utilizada por personas transexuales, siendo esta un método costoso e invasivo, dado que deben permanecer de forma permanente suministrando dosis de testosterona. Gracias a estas dosis se logra una masculinización de la voz (Cler, McKenna, Dahl y Stepp, 2019; Irwig, Childs y Hancock, 2017; Ziegler, Henke, Wiedrick y Helou, 2018;) producto del engrosamiento de los pliegues vocales producidos por la hormona, y por consecuencia, una variación perceptual y significativa del tono de la voz, el cual se asocia con la  $f_0$ . Colton y colaboradores (2011), establecieron un valor normativo de la  $f_0$  en hombres entre 20 a 69 años de 107 [Hz] a 132 [Hz], mientras que, en mujeres de la misma edad, este rango es mayor, de 189 [Hz] a 224 [Hz]. Por otro lado, Hodges-Simeon y colaboradores (2021) establecieron en su investigación un valor de  $f_0$  entre 89,5 [Hz] y 151,8 [Hz], con una media de 110,6 [Hz] para 34 hombres cisgéneros entre 21 y 28 años.

Dentro de los tratamientos involucrados, se encuentra la aplicación de testosterona a partir de la inyección Nebido<sup>®</sup>, que es una solución inyectable de textura oleosa y color amarillo que se utiliza como sustitución de testosterona en el hipogonadismo masculino primario y secundario (Harle, Basaria, y Dobs, 2005). Cada ampolla de Nebido<sup>®</sup> contiene 1000 mg de Undecanoato de Testosterona en una solución inyectable de 4 ml. Antes y durante el inicio del tratamiento se deben determinar los niveles séricos de testosterona, y dependiendo de él y los síntomas clínicos, se determinan los intervalos de suministro hormonal, siendo recomendado entre 10 a 14 semanas. Con esta dosis inicial, se pueden alcanzar más rápidamente los niveles de testosterona suficientes para lograr el estado de equilibrio, sin embargo, los cambios físicos no son inmediatos y se comienzan a evidenciar el primer mes, siendo principalmente cambios cutáneos en la oleosidad de la piel y el acné. A partir del tercer mes se comienzan a notar otros cambios como por ejemplo el cese del período menstrual o aumento de la libido (Adaury, Sandoval, Ríos, Cartes y Salinas, 2018).

Si bien el uso de este fármaco no es común, en Chile es de fácil acceso ya que algunas de las grandes cadenas farmacéuticas del país lo comercializan. El tratamiento con testosterona se realiza mediante inyecciones o parches que suministran la hormona al usuario en varias etapas, siendo la disminución de la  $f_0$  uno de los efectos esperados. La tasa del éxito de este proceso es alta, y está atribuida a la suposición que los cambios fisiológicos que ocurren durante la pubertad en hombres cisgéneros, personas con congruencia sexo-identidad de género (Hodges-Simeon et al., 2021), son los mismos que ocurren cuando a los hombres transgéneros se les suministran testosterona.

Hay estudios retrospectivos (Irwig et al., 2017; Ziegler et al., 2018) que demuestran que la frecuencia fundamental media disminuye hasta el rango masculino de los cisgéneros, en el primer año de tratamiento hormonal, evidenciando los primeros cambios dentro de los 2 a 4 meses posteriores a la iniciación de la terapia. Cler y colaboradores (2020) demostraron en su estudio longitudinal en un hombre trans frente a distintas dosis de testosterona a lo largo de 1 año, como la  $f_0$  de este disminuyó de 183 a 134 [Hz].

En el estudio realizado en Chile por Sandoval-Zúñiga y colaboradores (2019) se logró evidenciar una disminución en la  $f_0$  y un aumento en el parámetro HNR, que mide el porcentaje de ruido y armónicos presentes en la voz, a partir de una terapia fonoaudiológica llamada TVSO (tracto vocal semiocluído), sin embargo cabe destacar que dicho estudio se realizó a partir de una sola sesión, y por consiguiente los resultados fueron inmediatos, sin obtener una respuesta clara de la posibilidad de hacer permanente dicha condición, a su vez, tampoco se logró enumerar una cantidad de sesiones o tiempo de duración.

La presente investigación está enfocada en la población transsexual como grupo de interés de estudio, específicamente en transexuales masculinos, los que se definen como personas que nacen biológicamente con sexo femenino e identidad legal de mujer, pero se sienten como hombres desde temprana edad; es decir, un hombre que nace en un cuerpo de mujer (Nygren, Nordenskjöld, Arver y Södersten, 2016). Su objetivo es medir la mediana

de la frecuencia fundamental en el habla ( $Mf_0$ ), en hombres transexuales en distintas etapas de su tratamiento a través de inyecciones hormonales y determinar si existe una alta correlación entre este parámetro y el número de dosis recibidas. Además, se pretende a través de este estudio tener un sustento científico que motive a los hombres transexuales a continuar con el tratamiento hormonal y permitirá dar a conocer a los sujetos de estudio el momento aproximado de cuándo serán percibidos con una voz acorde al género que los identifica.

## Métodos

### Participantes

Se realizó un muestreo intencionado entre hombres transexuales que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: edad entre 20 y 30 años, de nacionalidad chilena y que estuviesen cursando un tratamiento hormonal inyectable con 1000 mg de Undecanoato de Testosterona, con mínimo 1 dosis suministrada cada 3 meses. Respecto a los criterios de exclusión estos fueron: mujeres u hombres transexuales que no hubiesen iniciado tratamiento o recibido alguna dosis de testosterona y hombres transexuales menores de 20 años o mayores de 30. Tampoco se consideraron hombres transexuales con tratamiento hormonal mediante parche, gel o pastillas dado que varía la cantidad de la dosis, los resultados fisiológicos y el tiempo de evolución, respecto a la inyección.

El tratamiento consiste en la inoculación de una dosis inyectable de 1000 mg de Undecanoato de Testosterona que reciben por parte de su médico endocrinólogo tratante, dosis espaciadas en periodos de 3 meses.

Se reclutaron un total de 12 sujetos quienes manifestaron de forma voluntaria su intención de participar, cuya edad promedio fue de 23,67 años que cubrían un rango entre los 20 y 29 años. Cada participante recibió un consentimiento informado el cual fue explicado por un miembro del equipo de manera individual, en dicho consentimiento se explicaba la inocuidad del proceso de grabación de una muestra de voz y además se dejó claramente expresado la libertad del participante de retirarse de la investigación en el momento que lo deseara, asegurando con esto la plena privacidad de sus datos como participante. Para esta investigación se siguieron las indicaciones y recomendación de la declaración de Helsinki en relación con el trabajo con seres humanos.

Los 12 sujetos evaluados se dividieron en 2 grupos: G1 y G2, según el número de dosis de hormonas masculinas recibidas. El grupo G1 estuvo compuesto por 6 sujetos que habían recibido entre 3 y 11 dosis (menos de 2 años de tratamiento), el grupo G2 estuvo compuesto por 6 sujetos que habían recibido 12 o más dosis, es decir, más de 2 años de tratamiento hormonal. Esta división se sustenta en lo señalado en la revisión bibliográfica sobre la terapia hormonal en la transición femenino a masculino realizado por Aday y colaboradores (2018), donde señalan que el efecto máximo del engrosamiento de la voz se produce entre 1 a 2 años de iniciado el tratamiento hormonal.

### Grabación

Las grabaciones se realizaron al interior de una cabina audiométrica acondicionada para este tipo de labores. Previo a la grabación se midió el nivel continuo equivalente ( $leq$ ) al interior de la cabina audiométrica para verificar la existencia de un bajo ruido de fondo que no interfiriera con las grabaciones (Dejonckereet al., 2001; Titze, 1995). Este se midió con un sonómetro integrador de la marca Larson Davis, modelo LXT2 tipo 2, el cual se encontraba previamente calibrado y entregó un valor de 28,1 dB(A).

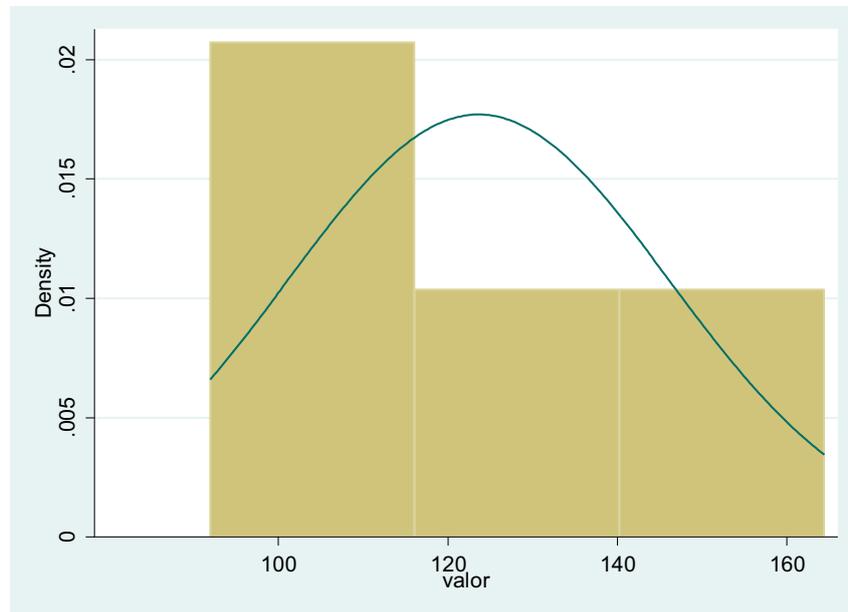
Se realizó la grabación de una serie automática de palabras, correspondientes a los días de la semana para evaluar la  $Mf_0$ . Se captó la señal acústica a través del micrófono de condensador (Barsties y De Bodt, 2015), omnidireccional marca Behringer, modelo ECM 8000 el cual cuenta con una respuesta en frecuencia plana y el cual se ubicó a 30 [cm] de la boca del paciente, para evitar el efecto de proximidad (Švec y Granqvist, 2010). Este micrófono se conectó a la interfaz de audio de la marca TASCAM, modelo US122-MKII, que se encargó de la digitalización de la señal acústica usando una frecuencia de muestreo de 44100 [Hz] y una resolución en bits de 16 (Deliyski, Shaw y Evans, 2005; Droguett, 2017). Todas las grabaciones se realizaron a través del programa de grabación y edición de audio Audacity versión 2.3.2 y fueron almacenadas en formato wav.

### Análisis Acústico

La  $f_0$  (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013) se obtiene a través del análisis acústico de una grabación de voz, que en este caso corresponden a los días de la semana. Este análisis se realizó con programa Praat en su versión 6.1.04 (Boersma y Weenink, 2015), el cual fue desarrollado por la Universidad de Ámsterdam y es gratuito. A través de este programa y utilizando el reporte de voz, se determinó la  $Mf_0$ , la mediana de la frecuencia fundamental mínima ( $Mf_{0min}$ ), la mediana de la frecuencia fundamental máxima ( $Mf_{0max}$ ) y el rango. La configuración del rango del tono utilizado fue el valor que Praat entrega por defecto y va desde 75 [Hz] a 500 [Hz].

## Análisis Estadístico

Dado que la muestra es de solo 12 sujetos, para determinar si los valores obtenidos tenían o no distribución normal se utilizó el método gráfico de histograma con superposición de curva normal (figura 1) en donde queda claramente evidenciado que los datos no tienen una distribución normal.



**Figura 1.** histograma de distribución de los valores de  $Mf_0$  en los 12 sujetos de estudios con superposición de distribución normal

No se utilizó el estadístico de Shapiro-Wilk, (Pedrosa, Juarros-Basterretxea, Robles-Fernández, Basteiro y García-Cueto, 2014) ya que, para cada  $n$ , se requiere un conjunto diferente de coeficientes especiales para aplicar la prueba, que en los softwares suelen estar para valores entre 20 y 50, esto implica que para valores inferiores a 20 se corre el riesgo de tener un falso valor de normalidad por lo que se optó solo por la determinación gráfica de normalidad (Yazici y Yolacan, 2007).

Dado que los valores de  $Mf_0$  no tiene una distribución normal para comparar los valores obtenidos en los grupos G1 y G2 se optó por usar la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney, con un 95% de confianza, esta prueba es un equivalente a la prueba t de student cuando los valores no siguen una distribución normal. Para esta investigación un valor  $p$  igual o inferior a 0,05 se consideró una diferencia significativa entre los grupos. También se determinó el valor del coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) entre el número de dosis y el  $Mf_0$  obtenido en cada grupo. Spearman es una técnica no paramétrica por lo que no requiere que los datos a correlacionar tengan una distribución normal (Restrepo & González, 2007). Las gráficas fueron realizadas utilizando el programa Excel 365.

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, comparando las diferencias por grupo y respecto a valores de normalidad.

**Tabla 1.** Comparación de valores de  $Mf_0$ ,  $Mf_{0min}$ ,  $Mf_{0max}$  y el rango, según grupo

	Parámetro	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Promedio	D.E.	Valor-p	Valor normal*
G1	$Mf_0$ [Hz]	150,177	121,960	91,962	110,875	114,032	107,276	116,047	19,430	0,3367	110,6 ±16,9
G2	$Mf_0$ [Hz]	110,286	128,158	119,880	106,326	158,012	164,391	131,176	24,552		
G1	$Mf_{0min}$ [Hz]	121,091	90,547	75,230	94,304	91,143	81,813	92,355	15,740	0,7488	89,5
G2	$Mf_{0min}$ [Hz]	82,821	76,203	82,098	79,630	96,834	98,032	85,936	9,209		

	Parámetro	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Promedio	D.E.	Valor-p	Valor normal*
G1	Mf <sub>0</sub> máx. [Hz]	276,831	149,909	108,596	175,163	127,482	125,666	160,608	61,413	0,3367	151,8
G2	Mf <sub>0</sub> máx. [Hz]	125,931	196,858	164,276	137,643	230,594	198,680	175,664	40,112		
G1	Rango [Hz]	155,740	59,362	33,366	80,859	36,339	43,853	68,253	46,310	0,2623	62,3
G2	Rango [Hz]	43,110	120,655	82,178	58,013	133,760	100,648	89,727	35,357		

G1: grupo 1 compuesto por sujetos que han recibido de 3 a 11 dosis; G2: grupo 2 compuesto por sujetos que han recibido 12 o más dosis.

S: sujeto.

(\*) Valores normales para hombre Cisgénero según la investigación de Hodges-Simeon y colaboradores (2021).

Podemos observar en la tabla 1 que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para el parámetro en estudio, en relación con los valores de mediana, mínimos, máximos, y rango. En cuanto al valor obtenido en relación con el valor normal utilizado como referencia, estos presentan una proximidad, mayor para el grupo 1 que para el grupo 2.

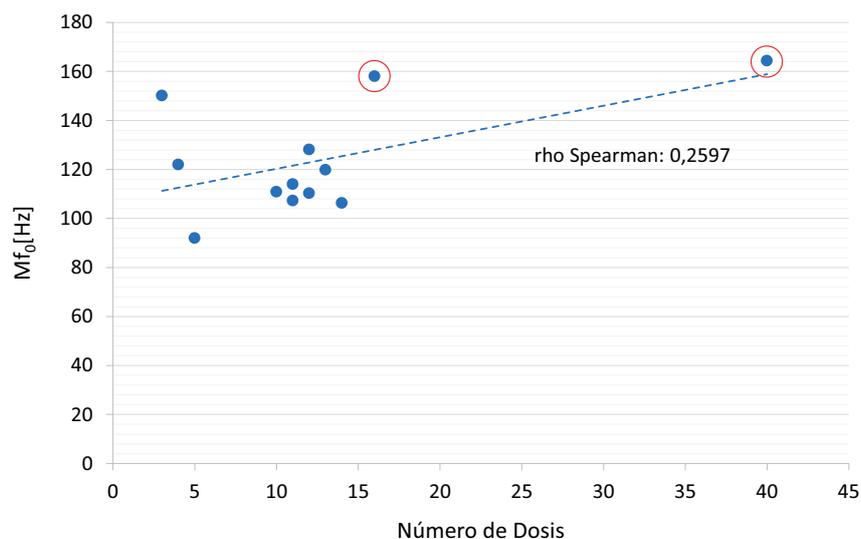
**Tabla 2.** Correlación entre valores de Mf<sub>0</sub> y número de dosis recibidas ante el momento según grupo

Parámetro	S1 (G1)	S2 (G1)	S3(G1)	S4(G1)	S5(G1)	S6(G1)	S1(G2)	S2(G2)	S3(G2)	S4(G2)	S5(G2)	S6(G2)	rho Spearman	Valor-p
Incluyendo datos atípicos														
Nº Dosis	3	4	5	10	11	11	12	12	13	14	16	40	0,2597	0,4151
Mf <sub>0</sub> [Hz]	150,177	121,960	91,962	110,875	114,032	107,276	110,286	128,158	119,880	106,326	158,012	164,391		
Excluyendo datos atípicos														
Nº Dosis	3	4	5	10	11	11	12	12	13	14	--	--	-0,2866	0,4221
Mf <sub>0</sub> [Hz]	150,177	121,960	91,962	110,875	114,032	107,276	110,286	128,158	119,880	106,326	--	--		

G1: grupo 1 compuesto por sujetos que han recibido de 3 a 11 dosis; G2: grupo 2 compuesto por sujetos que han recibido 12 o más dosis.

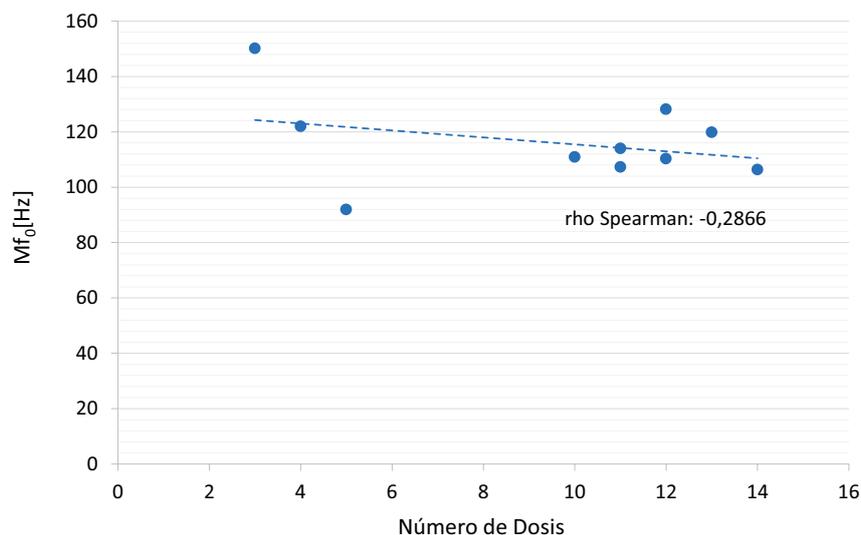
S: sujeto.

En la tabla 2, se observa que la correlación que se obtiene al cruzar los datos de número de dosis y Mf<sub>0</sub> corresponde a una correlación baja positiva, ahora bien, al eliminar valores atípicos (2 sujetos) la correlación cambia su pendiente, obteniéndose un valor negativo, siendo aún una correlación baja.



**Figura 2.** Correlación entre número de dosis y valores de Mf<sub>0</sub>[Hz], considerando 12 sujetos

En la figura 2, se visualiza de una manera más evidente la distribución de los resultados obtenidos en donde se evidencian los valores atípicos que se destacan dentro de la figura. Estos valores afectan la pendiente de la correlación, llevándola a valores positivos. Al ser eliminados (Figura 3) la pendiente se vuelve negativa.



**Figura 3.** Correlación entre número de dosis y valores de  $Mf_0$  [Hz], considerando 10 sujetos.

Dado que el eliminar los valores atípicos se produjo un cambio relevante en la pendiente de la recta (de positiva a negativa), se consideró necesario el volver a comparar los valores de mediana, mínimos, máximos, y rango. Estos se observan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Comparación de valores de  $Mf_0$ ,  $Mf_{0min}$ ,  $Mf_{0max}$  y el rango, según grupo eliminando datos atípicos

	Parámetro	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Prome- dio	D.E.	Valor-p	Valor normal*
G1	$Mf_0$ [Hz]	150,177	121,960	91,962	110,875	114,032	107,276	116,047	19,430	1,0000	110,6 ±16,9
G2	$Mf_0$ [Hz]	110,286	128,158	119,880	106,326	–	–	116,326	9,814		
G1	$Mf_{0min}$ [Hz]	121,091	90,547	75,230	94,304	91,143	81,813	92,355	15,740	0,2008	89,5
G2	$Mf_{0min}$ [Hz]	82,821	76,203	82,098	79,630	–	–	80,188	2,987		
G1	$Mf_{0max}$ [Hz]	276,831	149,909	108,596	175,163	127,482	125,666	160,608	61,413	0,3367	151,8
G2	$Mf_{0max}$ [Hz]	125,931	196,858	164,276	137,643	–	–	156,177	40,112		
G1	Rango [Hz]	155,740	59,362	33,366	80,859	36,339	43,853	68,253	46,310	0,2623	62,3
G2	Rango [Hz]	43,110	120,655	82,178	58,013	–	–	89,727	35,357		

G1: grupo 1 compuesto por sujetos que han recibido de 3 a 11 dosis; G2: grupo 2 compuesto por sujetos que han recibido 12 o más dosis.

S: sujeto.

(\*) Valores normales para hombre Cisgénero según la investigación de Hodges-Simeon y colaboradores (2021).

En la tabla 3 se observa que a pesar de eliminar los datos atípicos no se encontraron diferencias significativas por grupos ( $p > 0,05$ ), pero se destaca el nuevo valor promedio del grupo 2 (G2) es mucho más cercano al del grupo 1 (G1).

## Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que la  $Mf_0$  de hombres transexuales que se encuentran con tratamiento hormonal a través de testosterona inyectable, desciende. Además, los valores promedios mínimos y máximos de la  $Mf_0$  son menores para el caso del grupo 2, es decir, en aquellos sujetos que llevan más de 12 dosis de testosterona (Tabla 3). De los datos obtenidos, se puede inferir que, si bien el cambio de la voz está asociado al tratamiento hormonal, no existe ninguna evidencia que puede hacer pensar en una posible correlación lineal entre el número de dosis y el valor de la  $Mf_0$  que se puede obtener, es decir, no necesariamente un mayor número de dosis implicaría un menor valor de la  $Mf_0$ .

Ahora bien, de la totalidad de los sujetos estudiados, la gran mayoría obtuvo un descenso en el valor de  $Mf_0$  a valores de normalidad de hombres cisgéneros (entre 89,5 [Hz] y 151,8 [Hz] según el estudio realizado por Hodges-Simeon y colaboradores (2021)). De todos los sujetos estudiados el que llevaba menor cantidad de dosis

(3) obtuvo una  $Mf_0$  de 150,177 [Hz], mayor al promedio de la  $Mf_0$  de los hombres cisgéneros (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013; Coltonet et al., 2011; Hodges-Simeon et al., 2021), lo cual se justifica debido a que se encontraba en una etapa inicial del tratamiento hormonal; sin embargo, cabe destacar que el valor obtenido fue inferior al valor promedio de una mujer adulta cisgénero establecido en 192,5 [Hz] según Hodges-Simeon y colaboradores (2021) lo que demuestra que las inyecciones de testosterona afectan en la disminución del tono de voz incluso en una etapa temprana del tratamiento. En el otro extremo, los dos sujetos que se habían sometido a la mayor cantidad de dosis de testosterona (16 y 40) presentaron los mayores valores de  $Mf_0$ , lo cual indica que pueden existir otros factores como los genéticos. En la investigación de Cosyns y colaboradores (2013) establecieron que el problema para disminuir el valor de  $Mf_0$ , en al menos un 10% de los casos, se debería a factores genéticos que se asocian a una disminución en la sensibilidad a los andrógenos, lo cual explicaría el hecho que no exista una alta correlación entre el número de dosis (o tiempo de tratamiento hormonal) y el cambio de la voz. Se ha establecido que menos repeticiones del polimorfismo del triplete CAG (citocina-adenina-guanina) en el exón 1 del gen del receptor de andrógenos ubicado en el cromosoma X en Xq11-12 en mujeres, se asocia con niveles naturales más alto de andrógenos, lo que las hace menos sensibles a fuentes exógenas (Brown et al., 1989; Westberg et al., 2001). Como los hombres transexuales son genéticamente mujeres al presentar esta condición resultaría en un tono de voz más alto (menos masculino) a pesar de estar recibiendo un tratamiento hormonal masculinizante. Esto último implica que llevar un tiempo prolongado con tratamiento hormonal y por lo tanto contar con gran cantidad de dosis de testosterona, no necesariamente asegura que se obtendrá un menor valor de frecuencia fundamental y por lo tanto un tono de voz más grave, lo cual resulta relevante para la clínica Fonoaudiológica, ya que deja en evidencia que en algunos casos se requerirá de otros métodos para lograr el descenso en el tono de voz deseado como por ejemplo terapia Fonoaudiológica complementaria al tratamiento hormonal.

Por otro lado, factores fisiológicos también pueden afectar la forma en cómo desciende la  $Mf_0$  en cada persona, como por ejemplo los cambios en el desarrollo facial, un aumento de la capacidad respiratoria o un aumento en el largo del cuello que implica un descenso laríngeo, provocando por lo tanto un aumento en la longitud del tracto vocal (Cobeta, Núñez y Fernández, 2013; Harries, Hawkins, Hacking y Hughes, 1998).

La mayoría de los estudios asociados a la voz en transexuales que existen actualmente se enfocan en mujeres trans, es decir, en personas que nacen en cuerpo de hombre, pero que se identifican con el sexo femenino, no existiendo mucha información respecto a los cambios que experimentan los hombres transexuales. Si bien existen algunos estudios sobre los cambios que experimentan los hombres trans, estos se enfocan principalmente en otras variables, como por ejemplo, el estudio realizado por Mueller y colaboradores (2007) en el cual se demostró que el tratamiento hormonal adelgaza el endometrio, aumenta la masa muscular y aumenta la cantidad de vello, entre otros, existiendo muy poca información respecto a los cambios en la voz de los hombres trans. Destaca el estudio longitudinal realizado el año 2016 por Nygren y colaboradores (2016), en el cual se analizó la frecuencia fundamental de 50 hombres trans que se encontraban con distintos tipos de tratamiento hormonal, antes del tratamiento, a los 3, 6, 12, 18 y 24 meses. Del total de sujetos analizados, 29 de ellos obtuvieron las dosis de testosterona a través de inyecciones de 1000 mg de Undecanoato de Testosterona. Si bien este estudio demuestra que el tono de voz de los sujetos desciende a medida que el tratamiento avanza, una de las limitaciones con las que se encontraron los investigadores fue que el número de participantes iba decreciendo a medida que avanzaba el estudio.

Una de las limitaciones con las que nos encontramos en este estudio es el bajo número de participantes, por lo que sería necesario el realizar nuevas investigaciones que permitan comprobar o refutar los resultados encontrados en este caso y así poder realizar una comparación más idónea.

## Conclusiones

Si bien, podemos afirmar que existe una clara asociación entre el tratamiento hormonal y la masculinización de la voz, dado que se produce un descenso en el valor de  $Mf_0$  al comenzar el tratamiento hormonal, no existiría una alta correlación estadística entre el número de dosis y el valor de la  $Mf_0$  obtenido, es decir, el aumento en el número de dosis de testosterona no necesariamente asegura el descenso de la  $Mf_0$  a valores de hombres cisgénero, por lo que el paciente puede no lograr el cambio esperado en su voz. Se recomienda por tanto que todo tratamiento hormonal sea acompañado con terapia fonoaudiológica complementaria para lograr su objetivo y la satisfacción del paciente.

Se hace necesario el realizar nuevas investigaciones con población más grande, donde se puedan considerar factores fisiológicos de los sujetos y genéticos en relación con la efectividad de la masculinización de la voz dado el tratamiento hormonal que recibe el paciente. Además, se recomienda considerar una autoevaluación perceptual de la voz de cada sujeto, de manera de obtener información propia sobre como el tratamiento hormonal incide en los cambios de voz percibidos desde el punto de vista de los mismos participantes. Se recomendaría también realizar un análisis al espectro promedio a largo plazo (LTAS), para ver qué ocurre con las resonancias y el timbre de la voz, y no solo con el tono.

## Bibliografía

- Adaury, A., Sandoval, J., Ríos, R., Cartes, A., & Salinas, H. (2018). Terapia hormonal en la transición femenino a masculino (ftm), androgénica, para trans masculino o para hombre transgénero. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 83(3), 318-328. <https://doi.org/10.4067/s0717-75262018000300319>
- Adrián Torres, J. A., & Casado Morente, J. C. (2002). *La evaluación clínica de la voz: fundamentos médicos y logopédicos*. Barcelona, España: Ediciones Aljibe.
- American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th ed. Washington, DC. [http://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/657/1/Diagnostic%20and%20statistical%20manual%20of%20mental%20disorders%20\\_%20DSM-5%20%28%20PDFDrive.com%20%29.pdf](http://repository.poltekkes-kaltim.ac.id/657/1/Diagnostic%20and%20statistical%20manual%20of%20mental%20disorders%20_%20DSM-5%20%28%20PDFDrive.com%20%29.pdf)
- Barsties, B., & De Bodt, M. (2015). Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*, 42(3), 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2014.11.001>
- Boersma, P. & Weenink D. (2015). Praat: doing phonetics by computer. <http://www.praat.org/>
- Brown, C. J., Goss, S. J., Lubahn, D. B., Joseph, D. R., Wilson, E. M., French, F. S., & Willard, H. F. (1989). Androgen receptor locus on the human X chromosome: regional localization to Xq11-12 and description of a DNA polymorphism. *American Journal of Human Genetics*, 44(2), 264-269.
- Cler, G., McKenna, V., Dahl, K., & Stepp, C. (2020). Longitudinal Case Study of Transgender Voice Changes Under Testosterone Hormone Therapy. *Journal of Voice*, 34(5), 748-762. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.03.006>
- Cobeta, I., Núñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la Voz*. Barcelona, España: Marge books.
- Colton, R. H., Casper, J. K., & Leonard, R. J. (2011). *Understanding voice problem: A physiological perspective for diagnosis and treatment*. (4th ed.). Wolters Kluwer Health Adis (ESP).
- Cosyns, M., Van Borsel, J., Wierckx, K., Dedeker, D., Van de Peer, F., Daelman, T., Laenen, S., & T'Sjoen, G. (2013). Voice in female-to-male transsexual persons after long-term androgen therapy. *The Laryngoscope*, 124(6), 1409-1414. <https://doi.org/10.1002/lary.24480>.
- Davies, S., Papp, V., & Antoni, C. (2015). Voice and Communication Change for Gender Nonconforming Individuals: Giving Voice to the Person Inside. *International Journal of Transgenderism*, 16(3), 117-159. <https://doi.org/10.1080/15532739.2015.1075931>
- Dejonckere, P.H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van de Heyning, P., Remacle, M. & Woisard V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 258(2), 77-82. <https://doi.org/10.1007/s004050000299>
- Deliyski, D., Shaw, H., & Evans, M. (2005). Influence of sampling rate on accuracy and reliability of acoustic voice analysis. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 30(2), 55-62. <https://doi.org/10.1080/1401543051006721>
- Droguett, Y. (2017). Aplicaciones clínicas del análisis acústico de la voz. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 77(4), 474-483. <https://doi.org/10.4067/s0718-48162017000400474>
- Gelfer, M. P., & Tice, R. M. (2013). Perceptual and acoustic outcomes of voice therapy for male-to-female transgender individuals immediately after therapy and 15 months later. *Journal of Voice*. 27(3), 335-347. <http://doi:10.1016/j.jvoice.2012.07.009>
- Harle, L., Basaria, S., & Dobs, A. S. (2005). Nebido: a long-acting injectable testosterone for the treatment of male hypogonadism. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*, 6(10), 1751-1759. <http://doi:10.1517/14656566.6.10.1751>
- Harries, M., Hawkins, S., Hacking, J., & Hughes, I. (1998). Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice. *The Journal of Laryngology & Otology*, 112(05). doi:10.1017/s0022215100140757
- Hodges-Simeon, C., Grail, G., Albert, G., Groll, M., Stepp, C., Carré, J., & Arnocky, S. (2021). Testosterone therapy masculinizes speech and gender presentation in transgender men. *Scientific Reports*, 11(1). doi: 10.1038/s41598-021-82134-2
- Irwig, M. S. (2017). Testosterone therapy for transgender men. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(4), 301-311. [http://doi:10.1016/s2213-8587\(16\)00036-x](http://doi:10.1016/s2213-8587(16)00036-x)
- Irwig, M. S., Childs, K., & Hancock, A. B. (2017). Effects of testosterone on the transgender male voice, *Andrology*, 5(1), 107-112. <http://doi:10.1111/andr.12278>
- Meister, J., Hagen, R., Shehata-Dieler, W., Kühn, H., Kraus, F., & Kleinsasser, N. (2017). Pitch elevation in male-to-female transgender persons—the Würzburg approach. *Journal of Voice*, 31(2), 244-e7. <http://doi:10.1016/j.jvoice.2016.07.018>
- Mueller, A., Kiesewetter, F., Binder, H., Beckmann, M. W., & Dittrich, R. (2007). Long-Term Administration of Testosterone Undecanoate Every 3 Months for Testosterone Supplementation in Female-to-Male Transsexuals. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(9), 3470-3475. <http://doi:10.1210/jc.2007-0746>
- Nygren, U., Nordenskjöld, A., Arver, S., & Södersten, M. (2016). Effects on Voice Fundamental Frequency and Satisfaction with Voice in Trans Men during Testosterone Treatment—A Longitudinal Study. *Journal of Voice*, 30(6), 766. e23-766.e34. <http://doi:10.1016/j.jvoice.2015.10.016>

- Oates, J., & Dacakis, G. (2015). Transgender Voice and Communication: Research Evidence Underpinning Voice Intervention for Male-to-Female Transsexual Women. *Perspectives on Voice and Voice Disorders*, 25(2), 48-58. <https://doi.org/10.1044/vvd25.2.48>
- Pedrosa, I., Juarros-Basterretxea, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J., & García-Cueto, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 245-254. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy14-1.pbad>
- Restrepo B, Luis F, & González L, Julián. (2007). De Pearson a Spearman. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 183-192. Retrieved November 11, 2021, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902007000200010&lng=en&tlng=e](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902007000200010&lng=en&tlng=e)
- Sandoval Zúñiga, M. S., Fuenzalida C., R., Pérez Z. T., & Torres Ch. F. (2019). Efecto inmediato de la terapia de tracto vocal semiocluído en los parámetros acústicos en personas transexuales entre 13 a 24 años. *Revista de Investigación en Logopedia*, 9(1). <http://doi:10.5209/rlog.62387>
- Švec, J. & Granqvist S. (2010). Guidelines for Selecting Microphones for Human Voice Production Research. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 19(4). 356–368. [http://doi:10.1044/1058-0360\(2010/09-0091](http://doi:10.1044/1058-0360(2010/09-0091)
- Titze, I. R. (1995). Workshop on acoustic voice analysis: summary statement. *National Center for Voice and Speech*. (pp 36). The University of Iowa, Denver Co
- Willard, H. F. (1989). Androgen receptor locus on the human X chromosome: regional localization to Xq11-12 and description of a DNA polymorphism. *American Journal of Human Genetics*, 44(2), 264. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1715398/>
- Yazici, B., & Yolacan, S. (2007). A comparison of various tests of normality. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77(2), 175-183.
- Ziegler, A., Henke, T., Wiedrick, J., & Helou, L. B. (2018). Effectiveness of testosterone therapy for masculinizing voice in transgender patients: A meta-analytic review. *International Journal of Transgenderism*, 19(1), 25-45. <http://doi:10.1080/15532739.2017.1411857>