

Voice mutation in singer and non singer boys

Most of the studies on voice mutation have focused on the variations of speaking fundamental frequency in relation to age, weight, height, pubic and axillary hair, and the level of testosterone in the blood. Professional teachers and vocologists working with child voices, whether singing or speaking, need a greater knowledge of voice change, encompassing perceptual aspects such as loudness, speaking vocal range, timbre types and their variations, the occurrence of particular noises during the production of vowel sounds, voice registers and their changes due to mutation. Accordingly we carried out a longitudinal study of 18 boys (9 singers and 9 nonsingers) during 18 months and a cross-sectional study of 98 boys and youths. The results show register breaks from falsetto to modal registers arising during a descending glissando are the most significant sign of voice mutation from a perceptual point of view. Register breaks arising during a descending glissando are the greatest during the critical period of voice mutation and do not occur during childhood or in healthy adult voices, with or without voice training. Voice mutation in boys goes through the following stages: a premutational period, a period of first signs (or beginning), a critical period and a final period; each stage having its own distinctive features from the perceptible and the acoustic points of view.

Ana Gloria Ortega

La muda de la voz en niños cantores y no cantores

Análisis de la rotura de registros

La mayor parte de los estudios sobre la mutación vocal se ha focalizado sobre las variaciones de la frecuencia fundamental del habla en relación con la edad, el peso, la altura, el vello axilar y pubiano y el nivel de testosterona en sangre. Los maestros de canto y los vocólogos que trabajan con voces infantiles, ya sean cantadas o habladas, deberían conocer profundamente las características de la mutación vocal. Con esa finalidad, llevamos a cabo un estudio de seguimiento longitudinal de 18 niños (9 cantores y 9 no cantores) durante 18 meses. Efectuamos, además, un estudio transversal por rangos de edad a 98 niños y jóvenes. Todos los sujetos fueron examinados a través de un examen perceptual y de un examen acústico luego de un examen ORL normal.

Los resultados muestran que las roturas de registro desde el falsete al modal, a través de la producción de un glissando descendente, son el signo más importante de mutación desde un punto de vista perceptual. Estas roturas son independientes del entrenamiento vocal y ocurren tanto en cantores como en no cantores de la misma manera. Las roturas de registro determinan otra serie de características como el estrechamiento del rango fonacional, las roturas de voz y el descenso excesivo de la frecuencia fundamental del habla. Las roturas de registro producidas a través de un glissando descendente son muy llamativas durante el período crítico de mutación. No aparecen en las voces infantiles ni en las voces adultas saludables, sean estas voces con o sin entrenamiento. La mutación vocal de los niños varones atraviesa los siguientes estadios: período pre-mutacional, comienzos de mutación, período crítico y período final; cada estadio evidencia sus características distintivas tanto desde el punto de vista perceptual como acústico.

Introducción

El problema de la mutación de la voz ha sido abordado desde diferentes ámbitos y con distintas expectativas. Desde el punto de vista estético-artístico, ya los antiguos romanos y griegos intentaron conservar la codiciada voz de niño, preciada por su dulzura y su brillo, incluso en el ambiente de los homosexuales de la época. Si bien a través del tiempo se han efectuado múltiples estudios relacionados con las características fisiológicas de la muda vocal, estos signos se han focalizado sobre la variación de la frecuencia fundamental del habla, dejando de lado una serie de datos perceptuales de utilidad para los maestros de canto y clínicos de la voz que trabajan con voces de niños y adolescentes.

Esta investigación focaliza su atención en el estudio de la rotura de registros evidenciada en los niños en proceso de mutación vocal, aportando pruebas de fácil aplicación que delimitan el periodo de muda en que se encuentra el niño cantor. Igualmente, estas pruebas permiten determinar la presencia de procesos de mutación alterados.

Material y método

Se efectuó un seguimiento longitudinal durante 18 meses a 18 niños entre 11 y 16 años; 9 niños cantores pertenecientes al Coro de Niños y Jóvenes de la Universidad Nacional de Cuyo y 9 niños no cantores. Ninguno de ellos presentó problemas al examen otorrinolaringológico. Se realizó además un estudio transversal por rangos de edad a 93 niños y adolescentes entre 11 y 19 años (32 cantores y 61 no cantores). Ninguno de ellos presentó problemas otorrinolaringológicos. Los resultados se compararon con los obtenidos en dos grupos control: niños alejados de la muda vocal (15 niños; 8 cantores y 7 no cantores) y adultos (17 adultos; 7 cantores y 10 no cantores). Las pruebas más significativas aplicadas fueron:

- producción de un glissando descendente desde el registro falsete al registro modal con las vocales /a/ /u/;
- examen acústico de las variables estudiadas por examen perceptual, a través del programa Speech Viewer de IBM.

Análisis estadístico (programa SAS v.1999)

Se efectuó estadística descriptiva para el estudio de las diferentes variables. Un coeficiente de correlación de Pearson se aplicó a las variables: edad en años, frecuencia fundamental del habla en Hz, rango fonacional de voz hablada en semitonos y roturas de registro-notas perdidas en la producción del glissando descendente. Un test de "T" se aplicó para encontrar diferencias significativas entre cantores y no cantores para todas las variables.

Resultados a partir del análisis clínico de las variables estudiadas

Edad y evolución vocal

En nuestra latitud, la mayoría de los niños entre 13 y 14 años inician su proceso de muda vocal, mientras que la mayoría de los niños entre 14 y 15 años atraviesan el período crítico de mutación. Entre los 15 y los 16, la mutación vocal se encuentra en su período final y entre los 16 y 17 ya ha terminado o se encuentra en sus finales. Consideradas las distintas etapas de la mutación, el período de pre-mutación resulta ser el más corto, mientras que el período final es el más largo. Durante este período la estabilización definitiva de la laringe coincide con el final del desarrollo de los cartílagos de crecimiento de los huesos largos (Kahane).

El descenso gradual de la frecuencia fundamental del habla

Mientras que en los niños alejados de la muda, la frecuencia fundamental del habla (FFH) se ubica entre las octavas 3 y 4, el niño en pre-mutación maneja una FFH dentro de la octava 3, alrededor de la nota Si3 (250Hz). A comienzos de mutación la FFH se ubica alrededor del Mi3, descendiendo hacia el Do3 (125 Hz) en período crítico. En algunos casos los niños descienden en exceso la FFH, posiblemente para encontrar una forma de estabilizar la laringe en un rango fonacional alejado de la zona de rotura de registros. Una comparación entre niños cantores y no cantores indica que en los cantores se observa mayor

descenso de la FFH cuanto mayor es la rotura de registros. Este hecho evita la aparición de roturas de tonos (bitonalidades) en su voz hablada. Por el contrario, los niños no cantores manejan una frecuencia fundamental del habla cercana a la zona de roturas por lo que es habitual el quiebre de sus voces habladas. Cuando necesitan producir determinadas inflexiones de voz, entran en la zona de pérdida de notas, por lo que la laringe salta súbitamente a trabajar en registro falsete, volviendo del mismo modo al registro modal.

Nuestra casuística muestra en niños cantores una menor dispersión de la FFH en comparación con los no cantores. Pareciera ser que esta variable es influenciada por el entrenamiento vocal. Por lo tanto, debería considerarse el mismo siempre que se mida la frecuencia fundamental del habla. Durante el período de finales de mutación se recupera la estabilidad vocal referida al uso de la frecuencia. Se recupera la zona de superposición de registros modal y falsete en la zona de pasaje y desaparecen totalmente las roturas de tonos en dicha zona.

Roturas de tonos, roturas de registros y mutación vocal

Las roturas de registros, evidenciadas en la transición entre el falsete y el modal en la producción de un glissando descendente, constituyen el signo perceptual más notorio de mutación. Nuestra casuística mostró pocos sujetos con roturas de registros en el habla espontánea. Sin embargo, las roturas aparecieron en todos los sujetos estudiados en la producción de un glissando descendente. Esta prueba sensibiliza la acomodación muscular laríngea a los rápidos cambios de frecuencia, por lo que manifiesta crudamente las roturas de notas. Las roturas de registro aparecen usualmente en la octava 4, alrededor del Mi4. A partir de allí, y con el avance en el proceso de mutación, se produce un ensanchamiento de la zona con notas perdidas, es decir, con una imposibilidad real de producir ciertas notas. Este hecho determina la aparición de agujeros tonales en la producción del glissando. Los sujetos que atraviesan período crítico

de muda presentan las roturas más significativas, mientras que los que se encuentran en comienzos o en finales de mutación presentan sólo unas pocas notas perdidas.

Es importante remarcar que las voces infantiles alejadas de la mutación y las voces de adultos con mecanismos fonatorios normales, evidencian un pasaje del registro falsete al modal sin pérdida de notas, es decir, una continuidad de notas evidenciadas en el glissando descendente. Presentan, además, una superposición de registros, de manera que una gran cantidad de notas puede ser producida tanto en registro modal como en falsete. En los niños en proceso de muda se pierde esta superposición a la vez que aparecen roturas de tonos.

De la relación entre notas perdidas y frecuencia fundamental del habla, nuestros resultados muestran que a mayor cantidad de notas perdidas corresponde FFH más grave. A medida que desciende la FFH también desciende la zona de roturas de tonos, que partiendo de la octava 4 llega a la octava 3 en finales de mutación. Las notas comprendidas entre 200 y 300 Hz son las que más frecuentemente se quiebran. Cuando la zona de notas perdidas se encuentra cercana a la FFH, el niño evidencia bitonalidades en el habla, es decir, roturas de voz. Estas roturas tienen la característica de ser ascendentes, saltando por encima de la zona de notas perdidas hacia las notas en falsete para retornar rápidamente al registro modal. Excepto durante el período crítico de mutación, los niños cantores pueden efectuar acomodaciones del tracto vocal para algunas notas ubicadas dentro de la zona de roturas, produciendo una voz muy delgada, débil e inestable en la producción de escalas usadas en vocalizos.

Las pérdidas de notas en la zona del pasaje de registros se acompañan de otra serie de signos vocales a saber: voces ruidosas, sucias con predominio de interrupciones y roturas, burbujes y diplofonía de notas cercanas y distantes. El timbre vocal característico de los niños con grandes roturas de registros es estridente y duro.

Resultados a partir del análisis estadístico

La aplicación de un test de correlación de Pearson muestra una relación altamente significativa entre la frecuencia fundamental del habla y la cantidad de notas perdidas en la unión de registros falsete-modal (prob.0.0001) de tal manera que a mayor cantidad de notas perdidas correspondió frecuencia fundamental del habla más grave. Esta relación fue más notoria en niños cantores, quienes descienden más la frecuencia fundamental del habla cuanto más amplia es su rotura de registros. Se encontró una relación altamente significativa (prob.0.0001) entre la edad y la frecuencia fundamental del habla, de tal manera que a mayor edad corresponde frecuencia fundamental del habla más grave. Esta relación resultó ser más notoria en cantores que en no cantores.

Los sujetos con entrenamiento vocal manifestaron mayor descenso de la frecuencia del habla. En los no cantores se encontró una relación significativa entre notas perdidas en la unión de registros y rango fonacional del habla (prob.0.0178), manifestando un estrechamiento del rango fonacional con el aumento de notas perdidas. De la relación entre edad y rango fonacional de voz hablada, se observó un progresivo estrechamiento del mismo con el avance de la edad, mostrando mayor amplitud (mayor número de semitonos) alrededor de los 10 años de edad. En no cantores, se observó una relación significativa (prob.0.0269) entre frecuencia fundamental del habla y rango fonacional del habla, de manera que a frecuencia fundamental del habla más descendida corresponde mayor estrechamiento del rango fonacional de voz hablada. La aplicación de un test de "t" para encontrar diferencias significativas entre niños cantores y no cantores indica que la variable dependiente del entrenamiento vocal es la frecuencia fundamental del habla tanto cuando se consideran sujetos en proceso de mutación como sujetos fuera del mismo ("t" Test prob./T/0.0195). Recalamos la necesidad de controlar la variable "entrenamiento vocal" cuando se investiga la frecuencia fundamental del habla.

Conclusiones

El paso del período de premutación a los comienzos de muda sucede de manera bastante abrupta. El compromiso del mecanismo cordal se manifiesta en varios aspectos: por un lado, la acción de la hormona de crecimiento sobre la laringe produce un estado de hipermia y de congestión superficial de la mucosa que lleva a una serie de ruidos característicos en la producción de vocales sostenidas (burbujeos, cortes de voz) y un timbre notoriamente estridente acompañado, a veces, de nasalidad compensatoria. Por otro lado, mientras que el tono medio de voz hablada manifiesta un descenso progresivo, el análisis de la voz cantada evidencia una dificultad cada vez más creciente en la zona del pasaje de la octava central, es decir, en la zona de cambio del registro modal al falsete. Paradójicamente, el niño debilita su canto en la zona de notas medias mientras que graves y agudos se producen con mayor estabilidad. Proponemos para este fenómeno la frase "desfusión de registros". En la bibliografía encontramos los términos "roturas de tonos", "roturas de voz" y "roturas de registros" para referir el hecho. Al respecto, es sabido que existe una zona de superposición de registros de tal manera, que una misma nota puede ser cantada tanto en registro modal como en falsete. Esta posibilidad se pierde progresivamente hasta que se llega a producir una pérdida de la capacidad de emitir ciertas notas llegando a la rotura de tonos. Realmente el niño cantor no puede emitir ciertas notas. Este hecho se desenmascara en la producción de un glissando descendente, prueba de sensibilización fonatoria diferente a la producción de escalas (que permiten equalizar la actividad muscular).

A medida que el niño avanza dentro del proceso de mutación, las roturas de registro se vuelven más significativas llegando, en el período crítico, a abarcar más de una octava. Esta es la razón que subyace a la típica voz de cambio, denominada voz "bitonal" por la alternancia de uso de registros siempre que se desea ser más expresivo en la voz hablada. A medida que se produce una pérdida creciente

de notas en la zona de pasaje, la voz se vuelve más sucia; aparecen ruidos agregados característicos tales como los burbujeos o trémolos inestables, asperezas, diplofonías (signos claros de asimetría de la vibración cordal, probablemente producida por un crecimiento laríngeo asimétrico), trifonías y un timbre estridente y duro. Muchas voces son muy nasales. El niño en período crítico de mutación tiene mucha dificultad y hasta imposibilidad de producir sonidos en registro falsete, mientras que sus notas graves resultan también inestables, débiles o quebradas.

En el comienzo de la mutación, el niño cantor puede producir notas graves o muy agudas con una pérdida casi exclusiva de las notas medias. En período crítico le resulta imposible producir notas agudas debido al colapso del mecanismo de báscula laríngea. Su voz hablada es monótona, con un estrechamiento del rango fonacional. Cuando se le solicita aumentar la intensidad de voz hablada, el aumento de intensidad produce un aumento de la inestabilidad vocal con aparición de bitonalidades o roturas de tonos en el habla. Hacia finales de mutación, las notas perdidas en la zona de superposición de registros reaparecen progresivamente y la voz comienza a limpiarse de ruidos. El sujeto recupera la posibilidad de producir sonidos en registro falsete apareciendo también la zona de superposición de registros. Poco a poco el sujeto recupera la coordinación entre los espacios resonanciales, la vibración de las cuerdas vocales y el tamaño del tracto vocal por un lado, y el control aerodinámico, por el otro.

El joven adquiere una nueva organización vocal sobre la base de una anatomía renovada. Su voz recupera el equilibrio resonancial reforzando los armónicos graves. El pasaje del falsete al modal es imperceptible y desaparecen las roturas de tonos. Finalmente, el sujeto posee una voz adulta.

Glissandos descendentes en diferentes periodos de evolución vocal analizados en un speech viewer

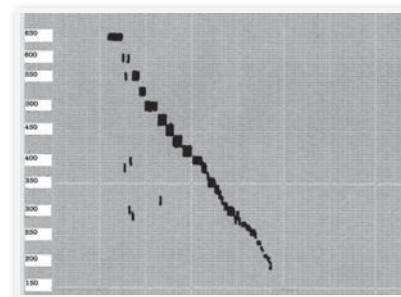


FIG 1: Glissando descendente en un niño no cantor de 12 años de edad en período de pre-mutación

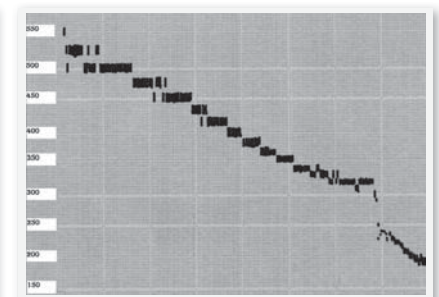


FIG 2: Glissando descendente en un niño no cantor en comienzos de mutación. La rotura aparece entre el mi4 y el la 3. Este niño manejaba una frecuencia fundamental del habla muy grave con la intención de alejarse de la zona de roturas en su voz hablada.

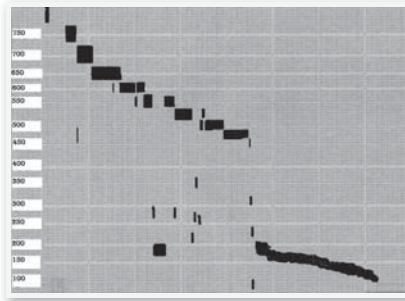


FIG 3: Glissando descendente desde el falsete al modal en un niño cantor en inicio de periodo crítico de muda. Se observa una gran rotura entre 500 y 200 Hz, es decir, entre do5 y sol3.

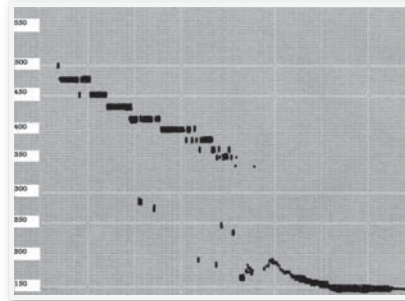


FIG 4: Glissando descendente producido por un no cantor en periodo crítico de mutación con una gran rotura entre 350 y 150 Hz. Debido a la zona de la extensión vocal que ocupa la rotura, este joven presentó roturas – bitonalidades en su voz hablada habitual.

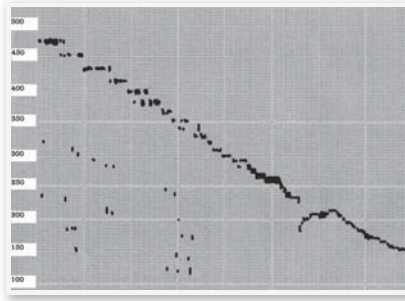


FIG 5: Glissando descendente en un niño no cantor comenzando sus finales de mutación. Se observa la rotura en la octava 3 acompañada de una serie de notas parásitas que producen sensación de voz sucia. Se observa además una debilidad de la zona de agudos.

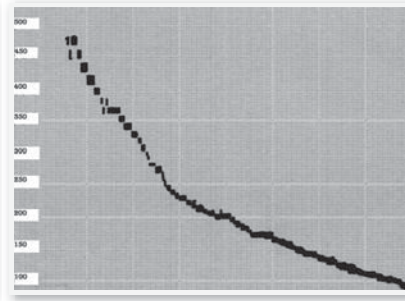


FIG 6: Glissando descendente producido por un cantor con voz adulta. Se observa la continuidad de notas desde el falsete al modal sin aparecer rotura alguna.

ANA GLORIA ORTEGA

Doctora en Fonoaudiología. Vocóloga. Investigadora categorizada de la UnCuyo. Cantante. Fue preparadora vocal de los coros de Niños de Mendoza, Coro de Niños de la Universidad Nacional de Cuyo, Coro del Magisterio, Coro de Niños de Guaymallén. Profesora Regular de la Facultad de Artes y Diseño UnCuyo, Cátedra Técnicas Vocales. Fue profesora del Conservatorio de Música López Bouchardo y de la Licenciatura en Fonoaudiología de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad del Aconcgua. Autora de numerosos artículos de la especialidad. Directora y co-directora de numerosos proyectos de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brodnitz, F. *The age of the castrato voice*. J.Speech.Hear.Dis 1975; XL, 3:291-295.
- Curry, Th. *The voice changes in male adolescents*. The Laryngoscope. 1946;23:795-805.
- Fuchs, M; Behrendt, W; Kratrsch, J. *Methoden zur Vorhersage des eintrittszeitpunktes der mutation bei knabenstimmen: untersuchungen bei Sängern des Thomanerchores Leizig*. Folia Phoniatr. Et Logopaed. 1999; 51:261-271.
- Fuchs, M; Fröhlich, M et al: *Predicting Mutational Change in the Speaking Voice of Boys*. Journal of Voice 2006.
- Garde, E. *La voz*. Editorial Médica Panamericana. 1973, pp.25-32.
- Hirano, M; Ohala, J; Vennard, W: *Regulation of register, pitch and intensity of voice*. Folia. Phoniatr. 1970; 22: 1-20.
- Hollien, H; Malcik, E: *Evaluation of cross-sectional studies of adolescent voice change in males*. Speech Monographs. 1967; 34:80-84.
- Hollien, H; Malcik, E; Hollien, P: *Adolescent voice change in southern white males*. Speech Monographs. 1962; 29:53-58.
- Hollien, H; Hollien, P: *A cross-cultural study of adolescent voice change in European males*. Speech Monographs. 1969; 332-337.
- Hollien, H; Green, G; Massey, K: *Adolescent voice change in males*. Personal report. 1980.
- Mc Glone, R; Brown, W: *Identification of the shift between vocal registers*. J.Acoust.Soc.Am. 1969; 46:1033-1036.
- Pedersen, M; Kitzing, P; Krabbe, S et al: *The change of voice during puberty in 11 to 16 years old choir singers measured with electroglottographic fundamental frequency analysis and compared to other phenomena of puberty*. Acta otolaryngol. Suppl. 1982; 386:189-192.
- Pedersen, M; Moller, S; Krabbe, S: *A multivariate analysis of voice phenomena related to puberty in choir boys*. Folia Phoniatr. 1985; 37:271-278.
- Segre, R: *La comunicación oral normal y patológica*. Ediciones Toray. Argentina SaCI Buenos Aires. 1973 pp.384-390.
- Tossi, O; Postán, D; Bianculli, C: *Longitudinal study of children's voices at puberty*. Proc. XVth Int. Congr. Logopedics Phoniatics Interlaken. 1974; pp.486-490.
- Weiss, D: *The pubertal change of the human voice*. Folia Phoniatr. 1950; 2:126-159.