

CAPÍTULO 1:

DESCRIPCIÓN DEL APARATO FONADOR.

La realización de un programa que estudie el llanto de los neonatos lleva implícita la necesidad de comprender cómo se produce el llanto y para ello hay que describir el aparato fonador en los niños de menos de un año. Por tanto, en el siguiente capítulo se procederá a la descripción, en un principio, del aparato fonador adulto, para luego ver las diferencias que se presentan en el infantil. Diferencias de las cuales derivan cambios en las características del sonido producido.

1.1.-El aparato fonador en los adultos, producción de la voz.

La voz es una onda acústica producida por el aparato fonador. Éste está formado por los pulmones, la laringe, la faringe, las cavidades oral y nasal y una serie de órganos articuladores: labios, dientes, paladar duro, velo del paladar, mandíbula y lengua (figura 1.1)

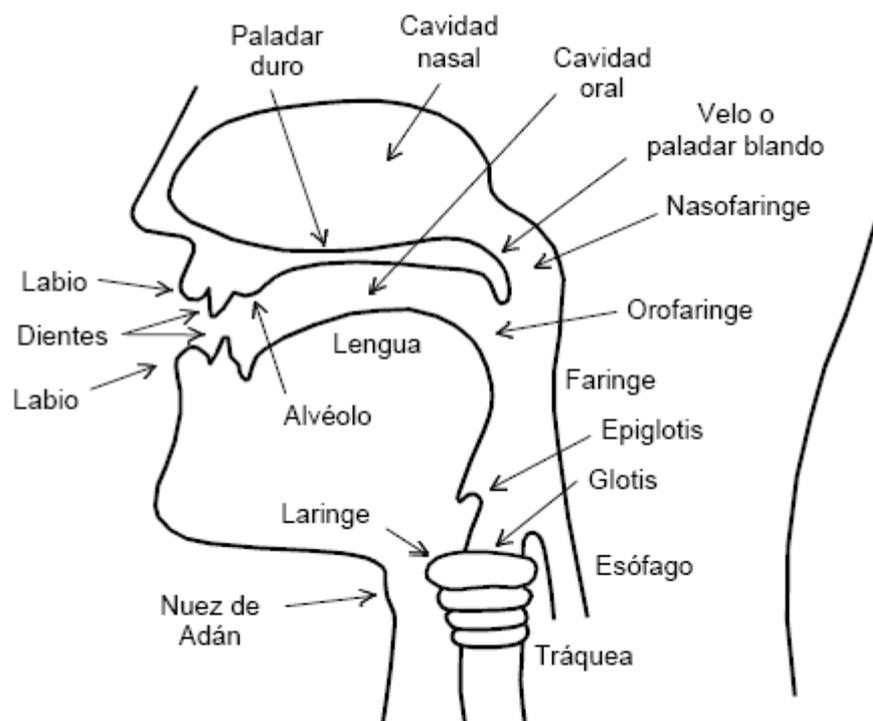


Figura 1.1: Corte esquemático del aparato fonador humano.

Para producir la voz, en un primer lugar los pulmones deben generar una corriente de aire que, tras pasar por los bronquios y la tráquea, va a sonorizar las cuerdas vocales que se encuentran en la laringe. Esta podría definirse como el órgano principal de la voz. Sus caras laterales están parcialmente cubiertas por el tiroides (nuez de Adán), que es un cartílago que al deglutir, hablar o cantar se desliza hacia arriba, pudiéndose desviar también un poco

lateralmente. Las cuerdas vocales, que se encuentran propiamente detrás de este cartílago, son dos membranas orientadas de adelante hacia atrás (figura 1.2). En medio de ellas encontramos la glotis, que es el espacio vacío que las limita.

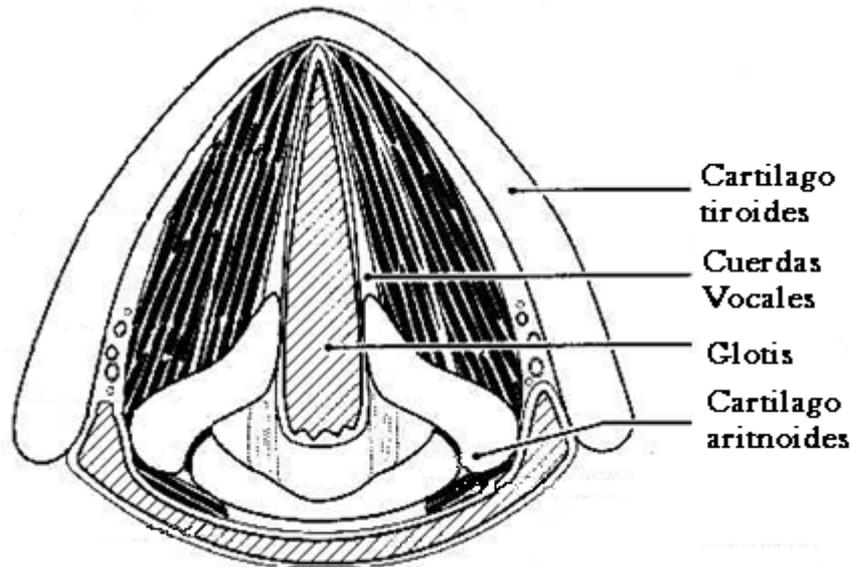


Figura 1.2: Sección transversal de la laringe.

Cuando el aire que atraviesa las cuerdas vocales pasa sin hacerlas vibrar se produce un sonido sordo o “unvoiced”, en cambio, cuando la glotis se cierra y, por tanto, las cuerdas vocales se aproximan, estas vibran y se produce un sonido sonoro o “voiced”. La vibración provoca una onda sonora con un tono fundamental o pitch y unos armónicos que al ser filtrados producen el timbre del sonido. La frecuencia fundamental depende de varios factores: tamaño y masa de las cuerdas vocales, tensión que se les aplica, velocidad del aire proveniente de los pulmones, etc. La frecuencia será inversa al periodo de vibración de las cuerdas vocales, a mayor tamaño de estas, menor vibración. Lo cual explica porque los hombres tienen una frecuencia comprendida entre los 50 y los 250 Hz mientras en las mujeres el intervalo es de 120 a 500 Hz

Una vez que el aire pasa por la glotis llega a la epiglotis, que es un cartílago que permite tapar la glotis y así impedir que el alimento o la saliva pase al tracto respiratorio.

El sonido producido en las cuerdas vocales es muy débil. Para su amplificación se usa la cavidad supraglótica formada por las cavidades faríngea, oral y nasal que actúan como cajas de resonancia. Varios de estos elementos se controlan a voluntad permitiendo modificar, dentro de unos márgenes, la frecuencia de ciertos sonidos, dando lugar al timbre de voz y la calidad vocal, característicos de cada persona [2]. Gracias a estas cavidades, también se enfatizan determinadas frecuencias dando lugar a las formantes, es decir, una serie de picos de resonancia. En el espectrograma la presencia de frecuencias de resonancias se puede apreciar como bandas horizontales de energía elevada. La parte voiced, descrita anteriormente, está caracterizada en el espectrograma por estructuras horizontales debidas a la naturaleza periódica de la excitación de la glotis. En la parte unvoiced, sin embargo, no se aprecia ninguna periodicidad (figura 1.3)

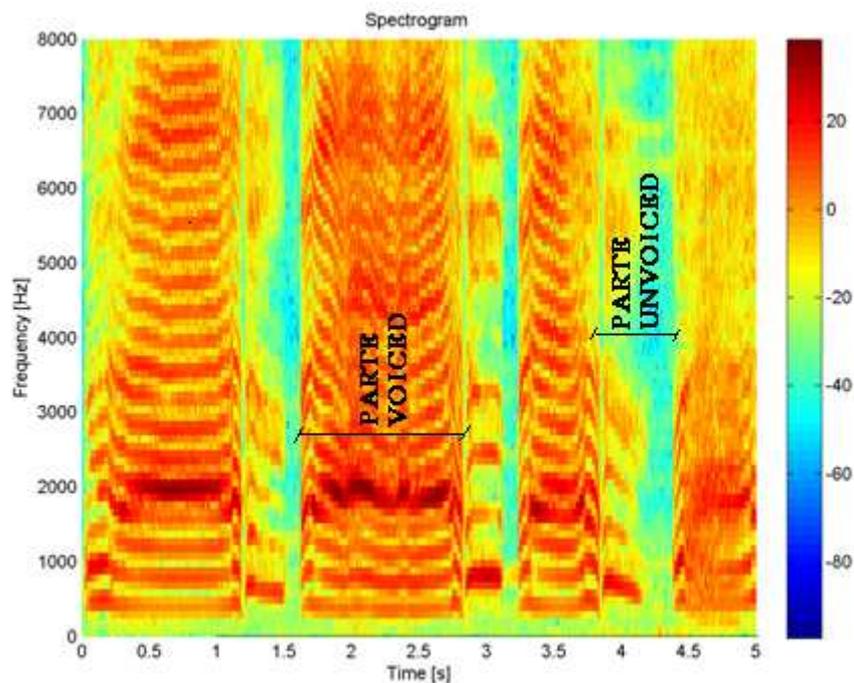


Figura 1.3: Espectrograma con 4 partes voiced.

La intensidad del sonido depende físicamente de la cavidad infraglótica formada por la tráquea, los bronquios y los pulmones. Así una expiración más vigorosa determina una vibración de las cuerdas vocales más amplia y, por tanto, un sonido más intenso.

Estos son los mecanismos fisiológicos que dan lugar al habla. Son controlados por el sistema nervioso central, especialmente la corteza cerebral. El lugar específico que participa en la organización secuencial de los movimientos efectuados es el área de Broca. Tal control es ejercido por algunos nervios craneales, otros espinales y otros cervicales y torácicos. El mal funcionamiento de alguno de estos implicaría dificultades en el habla [1]

1.2.-El aparato fonador infantil.

El aparato fonador del niño no es una versión reducida de aquel del adulto sino que presenta grandes diferencias que se irán reduciendo poco a poco hasta la edad de los 18 años. Este se diferencia del aparato del adulto en cuatro aspectos fundamentales: la posición con respecto a la columna vertebral, la composición, los tejidos y la adaptación ambiental. En la figura 1.4 se puede apreciar el aparato fonador del neonato.

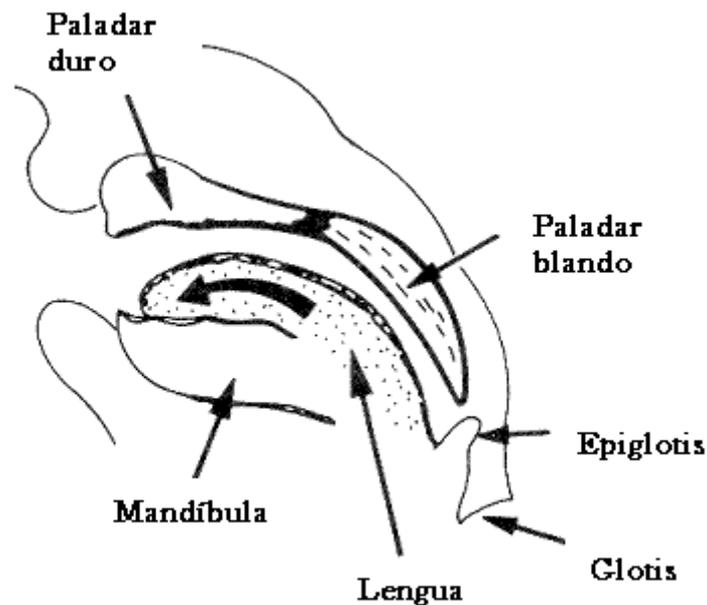


Figura 1.4: Aparato fonador del neonato.

La cavidad oral del recién nacido es plana y está ocupada casi en su totalidad por la lengua. Hasta los 4-6 meses de vida no existe ninguna asociación entre los movimientos de la lengua y aquellos de la mandíbula. Como consecuencia la cavidad oral y la faringe no están bien diferenciadas.

La mejilla está recubierta de una capa de grasa y el paladar está lleno de arrugas para ayudar a la succión. A la edad de los tres meses esto se modifica, la grasa empieza a ser absorbida y la mandíbula crece de manera que aumenta el espacio intraoral, permitiendo un mayor movimiento de la lengua. [18]

En el momento del nacimiento la laringe está situada en la cuarta vértebra, llegando a alcanzar la primera o segunda vértebra cuando el niño traga. En los adultos, sin embargo, la laringe se encuentra situada a la altura de la quinta o sexta vértebra. Esta posición alta de la laringe, con el borde libre de la epiglotis que se sitúa muy próxima del velo del paladar, hace que el modo respiratorio sea nasal casi obligatorio, hasta la edad de cuatro meses [13]. Es decir, el recién nacido no puede producir sonidos vocales o consonantes nasales porque la faringe no es suficientemente larga.

La laringe no sólo se diferencia por su posición sino también por su tamaño y forma. Las proporciones de la laringe son más pequeñas en comparación con la del adulto. Tiene forma de embudo siendo la parte más estrecha la subglotis (en los adultos es la glotis) donde tiene un diámetro de 4'5 a 5mm. La zona sopraglotal presenta una sección con forma de óvalo o triangular y la subglotal oval. La laringe adulta presenta, sin embargo, una forma cilíndrica. En la laringe infantil no se presentan diferencias de tamaño entre los distintos sexos hasta la edad de los cinco o seis años.

En el recién nacido la musculatura laríngea es indiferenciable e inmadura. Está constituida en su mayoría por fibras tipo 2 que son de contracción rápida y corta, tienen un rol esfinteriano de cierre rápido para la protección durante la alimentación. Las fibras de tipo 1 de contracción lenta y prolongada, inicialmente no son numerosas, pero poco a poco van en aumento, permitiendo la modulación de la voz y el sostenimiento prolongado del sonido necesario para la voz hablada y en mayor proporción para la voz cantada.

Los adultos poseen una estructura cartilaginosa de la laringe densamente calcificada. En el niño el armazón cartilaginoso y los ligamentos de soporte son más blandos. Los cartílagos aritnoideos son, en proporción con los adultos, demasiado grandes de manera que no permiten un buen control sobre la fonación. El ala del cartílago tiroides en la infancia está en posición como de semicírculo de unos 130° ; en la pubertad los niños quedan en 110° y las niñas en 120° . Luego en los niños se produce un significativo crecimiento regional localizado a la porción anterior llamado manzana de Adán, esto produce un aumento de longitud de las cuerdas vocales, y un cambio en el ángulo del ala del tiroides a 90° [4]

En cuanto a la histología las cuerdas vocales tienen cinco capas distintas: las dos primeras forman la cubierta de la cuerda vocal, debajo se encuentran la capa intermedia y la profunda o ligamento vocal; y luego el músculo tiroaritenoso o músculo vocal (estas capas más profundas se llaman cuerpo). La interacción entre las capas que cubren y el cuerpo facilita la fonación a través de sus rangos de tonos volúmenes y registros. Estas estructuras pasan a través de una serie de cambios en su maduración. El neonato no tiene ligamento vocal, toda la estructura de la lamina propia es uniforme. Sus cuerdas vocales son 50% membranosa y 50% cartilaginosas. En un adulto la porción membranosa llega a presentar las $2/3$ partes.

Las cuerdas vocales de un recién nacido miden, aproximadamente, 6 o 7 mm, siendo el trato membranoso de cerca de 2 mm y la parte cartilaginosa 4 mm. En un adulto estas miden unos 8.5 a 12 mm en las mujeres y unos 14.5 a 18 mm en los varones. De los seis meses en adelante la forma del tracto vocal se empieza a parecer a la del adulto: la faringe se alarga y la laringe desciende. Es en esta fase cuando el niño comienza los balbuceos que lo llevarán finalmente a desarrollar el habla.

1.3.-Desarrollo del habla.

El neonato es incapaz, como todos sabemos, de hablar. Para llegar a dominar el lenguaje verbal necesita un aprendizaje progresivo que comienza con los primeros lloros. De esta manera, el llanto, la masticación, los movimientos corporales y otros, no son más que ejercicios mecánicos y reflejos que van facilitando la vocalización y la expresión verbal del niño.

Del llanto infantil se pueden extraer muchos parámetros que nos reportaran una gran información sobre el estado del niño. Los parámetros que serán estudiados en este proyecto son la frecuencia fundamental, de la cual se hallará su valor medio, máximo y mínimo; las frecuencias de resonancias; la potencia máxima; el número de partes voiced, el tiempo en el que empieza, termina y el valor total de cada una de las partes, así como el valor medio, máximo y mínimo del conjunto total de estas.

El primer llanto del niño tiene una tonalidad media de entre 440 y 500Hz, lo que se corresponde con un La 3 en la escala musical. La melodía presenta una forma ascendente-decreciente con arcos simples. Sus primeras tres formantes se sitúan en los 1000, 3000 y 4500 Hz respectivamente. Las dos primeras frecuencias de resonancia presentan un comportamiento a lo largo del tiempo casi constante. A los dos meses se presenta una melodía más compleja, lo que indica que el niño está adquiriendo control sobre la laringe. A los tres o cuatro meses el niño empieza a “jugar” produciendo balbuceos, y con ellos todos los fonemas existentes, incluyendo aquellos que no se encuentra en la lengua madre. Esta función permite al niño ejercitar su control sobre los afectos y sistemas motores involucrados en el habla, y establecer circuitos retroalimentadores entre sus músculos y sensaciones auditivas. A esta edad aparecen las primeras vocales: /a/, /i/, /u/.

A los cuatro meses la configuración del tracto vocal comienza a cambiar y casi todos los sonidos son vocales, aunque también se presentan acoplamientos nasales y sonidos de consonantes. A los cinco meses la melodía, aunque simple, presenta múltiples repeticiones, dando lugar a una melodía de arcos múltiples. El niño demuestra un gran control de la producción de la frecuencia fundamental y su estabilidad. La habilidad que presenta el niño para producir rápidas transiciones en la frecuencia fundamental indica que el sistema de control neuro-psicológico está madurando. Así la melodía se desacopla de la energía, es decir, la misma melodía puede presentar distintas energías, esto es debido a que la melodía es controlada por la laringe y la intensidad depende de un control respiratorio.[19]

A los seis meses el niño articula intencionadamente, reproduciendo los sonidos que escucha a su alrededor, lo que le permite desechar los fonemas que no se usan en su lengua madre. La producción de sílabas se caracteriza por transiciones rápidas en las formantes. Básicamente los cambios fundamentales del llanto se realizan en los primeros seis meses de vida. Cambios en la melodía, la frecuencia fundamental y las formantes.

Algunos estudios apuntan a que la frecuencia fundamental aumenta en el primer año de vida [11] y otros que esta disminuye [18-19]. El aumento de la frecuencia fundamental se explica por el hecho de que el niño adquiere mayor control sobre la laringe y puede producir un tono que llama más la atención de la madre. La disminución se explica, sin embargo, argumentando que la laringe del niño desciende y adquiere mayores proporciones dando lugar a tonos más bajos.

El llanto presenta partes voiced y unvoiced. Las partes voiced se pueden clasificar en fonación e hiperfonación dependiendo de la frecuencia fundamental. Si esta es menor de 700Hz es fonación, si es mayor hiperfonación. Cuando el llanto es unvoiced se llama disfonado, y, debido a que las cuerdas vocales no vibran, no se puede extraer su frecuencia fundamental. No se han encontrado estudios sobre el desarrollo de las partes voiced y unvoiced del llanto infantil.

