



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:

Audiología, Otoneurología y Foniatría

**“VALORACIÓN FONIATRICA DE LA VOZ EN PACIENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL
ESPÁSTICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN LUIS GUILLERMO
IBARRA IBARRA”**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

Audiología, Otoneurología y Foniatría

P R E S E N T A:

Dra. María Fernanda Mejía Medina

PROFESOR TITULAR

Dra. Xochiquetzal Hernández López

ASESORES

Dra. Xochiquetzal Hernández López

Dr. Carlos Alberto Alaniz Lechuga



Ciudad de México

Febrero 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL

DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

SUBDIRECTORA DE EDUCACIÓN MÉDICA

PROFESOR TITULAR

ASESOR CLÍNICO

DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL

JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA

DR. CARLOS ALBERTO ALANIZ LECHUGA

ASESOR CLÍNICO

Índice

1. Marco teórico

1.1 Introducción al estudio de la voz	6
1.2 Parálisis cerebral	8
1.2.1 Definición.....	8
1.2.2 Epidemiología	8
1.2.3 Etiología.....	8
1.2.4 Factores de riesgo.....	9
1.2.5 Cuadro clínico.....	9
1.2.6 Clasificación	10
1.2.7 Diagnóstico	10
1.2.8 Parálisis cerebral y comunicación.....	11
1.3 Mecanismo de producción de voz.....	11
1.3.1 Fisiología.....	11
1.3.2 Mecanismo de la producción de voz en la parálisis cerebral	12
1.4 Métodos de evaluación de la voz.....	14
1.4.1 Métodos visuales directos.....	15
1.4.1.1 Laringoscopia flexible.....	15
1.4.1.1.1 Técnica.....	15
1.4.1.2 Laringoscopia rígida (telelaringoscopia)	16
1.4.1.2.1 Técnica.....	16
1.4.1.3 Laringoscopia refleja convencional.....	17
1.4.1.3.1 Técnica.....	17
1.4.2 Métodos visuales indirectos.....	17
1.4.2.1. Videoestroboscopia.....	17
1.4.2.1.1Técnica.....	18
1.4.3.1 Metodos indirectos	18
1.4.3.1Tomografía Computarizada.....	18
1.4.4 Medidas directas.....	19
1.4.4.1 Electroglotografía	19

1.4.5 Método de Análisis subjetivo de la voz.....	19
1.4.6 Método de Análisis cuantitativo de la voz.....	20
1.5 Modelo de atención del paciente con parálisis cerebral en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.....	24
2. Planteamiento del problema del problema	26
3. Antecedentes.....	26
4. Justificación	27
5. Objetivo general.....	28
6. Objetivos específicos	28
7. Material y métodos	28
7.1 Tipo y diseño de estudio.....	28
7.2 Criterios de inclusión.....	29
7.3 Criterios de eliminación.....	29
7.4 Criterios de exclusión.....	29
7.5 Tamaño de la muestra.....	29
7.6 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información	30
7.7 Descripción del o de los procedimientos.....	31
8. Organización de la investigación	31
8.1 Recursos humanos.....	31
8.2 Recursos materiales	31
9. Consideraciones éticas	31
10. Resultados	32
11. Discusión.....	33
12. Conclusiones	34
13. Aportaciones y limitaciones del estudio.....	35
14. Bibliografía	36

1. Marco teórico

1.1 Introducción al estudio de la voz

La voz cuenta con elementos básicos para efectuar una comunicación oral eficiente, estos elementos son: tono, timbre e intensidad; sus modificaciones son indispensables para la correcta expresión; los cambios percibidos de estos elementos nos permite identificar afecciones anatómicas, manejo de praxias vocales o hasta daño neurológico.¹ Durante la comunicación realizamos cambios controlables de estos elementos de la voz permitiendo la emisión de fonemas que al conjuntarlos en orden específico ejecutan la emisión de palabras, necesarias para la expresión oral. Este control de los elementos de la voz en el lactante menor emite un llanto, vocalizaciones y/o gritos hacia las personas que le rodean, logra comunicar sus necesidades básicas². En los infantes con parálisis cerebral existen diferencias en el control motor de estos elementos de la voz, que ocasionan alteraciones en la emisión vocal, modificando sus vocalizaciones, debido a su aparición tardía en relación a sus iguales sanos; y requerir un mayor periodo de práctica y entrenamiento para lograr su expresión oral ^{20,21,22}.

Fisiológicamente, la voz requiere de un mecanismo complejo de control motor de órganos como pulmones, boca, laringe, cavidades de resonancia y posición corporal, para lograr las cualidades de emisión, este mecanismo se percibe con la expulsión del aire desde los pulmones durante el periodo espiratorio para hacer vibrar los pliegues vocales y con ello la producción de voz³. En la parálisis cerebral existen trastornos en la función motora que alteran el tono muscular, haciendo los movimientos más rígidos y lentos, lo que predispone mayor dificultad en la emisión de fonemas para los niños con parálisis cerebral; la respiración en estos niños se caracteriza por ser superficial, dificultando la inhalación profunda y controlar un movimiento de exhalación prolongado, para lograr emisiones correctas ^{20,21,22}.

De acuerdo a González (1990), para que la fonación se dé normalmente, deben actuar en conjunto múltiples órganos, responsables de las características o cualidades de la voz (tono, timbre e intensidad), efectuando las características adecuadas para cada individuo^{3,4}. En el 2007, Eun Sook Park y cols., observaron que los pacientes con parálisis cerebral espástica tienen un tiempo máximo fonatorio deficiente que atribuyeron a un control respiratorio inadecuado, por lo tanto se alteran las cualidades de la voz³³. Se debe considerar que a lo largo de la vida, la laringe sufre diversas modificaciones, siendo los cambios más marcados entre el nacimiento y la pubertad^{4,5}.

Al nacimiento, el borde inferior del cartílago cricoides está a nivel de las vértebras cervicales C3 y C4, ocasionando que las características fónicas (llanto y grito) se encuentren en rangos de altas frecuencias, ocasionando que la voz sea de gran intensidad y de modulación reducida⁴.

Durante la infancia ocurren cambios anatómicos en los sistemas respiratorio, laríngeo y de resonancia. Con el crecimiento, la laringe desciende hasta lograr su asentamiento definitivo en la pubertad, momento en que la base del órgano vocal coincide con las últimas vértebras cervicales C6 y C7. En el caso de la parálisis cerebral existen deformaciones esqueléticas que ocasionan que los órganos encargados de la producción de voz tengan alteraciones a nivel respiratorio, laríngeo y de resonancia concatenado al pobre control motor que los caracteriza⁴, produciendo baja distensibilidad pulmonar, poco desarrollo de la musculatura intercostal y pobre control valvular laríngeo, palatofaríngeo y bucal²³.

Es importante mencionar que la constitución de la voz no solo depende de la laringe y los resonadores sino también del factor hormonal y auditivo. Así, la integridad de todas estas estructuras hará que las características o cualidades de la voz (tono, timbre e intensidad) sean las adecuadas para cada individuo, por lo mencionado anteriormente debemos llevar una minuciosa valoración en todo niño con parálisis cerebral para descartar cualquier hipoacusia y problema metabólico y hormonal que como consecuencia alteren las cualidades de la voz^{2, 11}.

1.2 Parálisis cerebral

1.2.1 Definición

La definición más aceptada sobre la parálisis cerebral fue propuesta por Hurtado en 2007 en donde señala que es un trastorno del tono postural y del movimiento de carácter persistente que condiciona una limitación en la actividad secundaria a una lesión no progresiva en un cerebro inmaduro⁶.

La parálisis cerebral se trata de uno de los trastornos neurológicos que genera con mayor frecuencia discapacidad en la infancia⁷. Lo que nos hace imprescindible realizar un seguimiento foniatrico de los pacientes con parálisis cerebral para ayudar en desarrollo de la voz, permitiéndole un apoyo en su comunicación³⁵.

1.2.2 Epidemiología

A nivel mundial, se calcula que la incidencia de la parálisis cerebral es de 2 a 2.5 por cada 1000 recién nacidos vivos. En países en vías de desarrollo se estima que cada hora nace un niño con parálisis cerebral. En una revisión sistemática en 2009 por Poblano y colaboradores, se estudió la prevalencia de la parálisis cerebral infantil en nuestro país⁷.

En México se considera discapacidad a toda enfermedad o deficiencia física que ve afectada su capacidad para realizar sus actividades cotidianas dadas las características de su entorno⁷. Por lo tanto la comunicación es parte de las actividades cotidianas de todo individuo y debe considerarse una discapacidad, por el compromiso que existe para la elocución de la voz, en relación a ser procesos básicos de socialización y de manifestación de las necesidades de todo individuo³⁵. Lo anteriormente mencionado se encuentra incluido en los datos de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y gastos de los hogares (INEGI 2012), informando que en México el 6.6% de la población presenta dificultad para realizar al menos una de las actividades como son: comunicarse, escuchar, caminar, ver, poner atención, aprender, atender el cuidado personal o déficit mental; de estos el 7.3% son niños de 0 a 14 años, es decir, 2 de cada 100 niños en México padece algún tipo de discapacidad⁸. En un estudio realizado por Fernandez Calleja y colaboradores, señala que la parálisis cerebral en México va en aumento debido al incremento en la supervivencia de productos pretérmino menores a 1500grs⁴⁶.

1.2.3 Etiología

La etiología de la parálisis cerebral es multifactorial. Su desarrollo se puede ver afectado por uno o varios factores de riesgo o la interacción entre ellos ocasionando alteraciones en el desarrollo, maduración y neuroplasticidad del cerebro en formación¹⁰. Por esta alteración se modifican los elementos de la voz, quienes son controlados por medio del sistema nervioso central, mediante las múltiples interconexiones desarrolladas para permitir el desarrollo y control de la voz²⁸.

1.2.4 Factores de riesgo

De acuerdo a Gómez- López S y cols., encontraron que el peso al nacer menor a 800grs, edad gestacional menor a 26 semanas de gestación, asfixia perinatal, hemorragia materna, gemelaridad, prematuridad, infecciones, retardo en el crecimiento intrauterino se asocian a una mayor prevalencia de parálisis cerebral¹¹.

Sin embargo, Robaina y Riesgo en 2007 clasificaron los factores en prenatales, perinatales, postnatales y mixtos.

Una alteración ocasionada durante el periodo prenatal es cuando la lesión es ocasionada durante el embarazo como son infecciones intrauterinas, alteraciones de la coagulación, enfermedades autoinmunes, tóxicas, etc. Se estima que alrededor del 28% de las causas de parálisis se originan en esta fase del desarrollo¹².

Si se considera tanto el periodo pre y perinatal, que va desde el comienzo del parto hasta el momento del mismo, este es el de mayor prevalencia. Se estima que es de alrededor del 85% y se debe a causas mecánicas, partos prolongados, anoxia, peso bajo y prematuridad¹¹.

El grupo que tiene menor riesgo de incidencia de parálisis cerebral corresponde al periodo postnatal con el 15% de los casos. La lesión es ocasionada por infecciones como meningitis, sepsis temprana, intoxicaciones, ictericia, traumatismos craneoencefálicos¹¹.

Alrededor de dos tercios de los casos de parálisis cerebral presentan alteraciones que se pueden ver con estudios de neuroimagen. Dentro de los hallazgos más frecuentemente reportados se encuentran infartos cerebrales focales, malformaciones cerebrales y leucomalacia periventricular¹¹.

1.2.5 Cuadro clínico

Las formas en que puede manifestarse la parálisis cerebral son muy diversas. Existen diversas clasificaciones de la parálisis cerebral. Cada sistema de clasificación tiene uno o varios propósitos específicos entre los que se destacan la búsqueda de asociaciones entre características clínicas y su etiología, la correlación de datos epidemiológicos y la intervención terapéutica.

De acuerdo al trastorno de la función motora y de la extensión de la afección, se cataloga en: espástica, atáxica, atetósica, discinética y mixta. Anatómicamente, se clasifica en diparesia o diplejía (afección en 2 extremidades), hemiplejía (hemiparesia) cuando se afecta la extremidad superior e inferior de un mismo lado, cuadriplejía cuando se afectan las cuatro extremidades; monoplejía si se afecta una sola extremidad y paraplejía cuando se afectan solo las piernas. Según el grado de discapacidad se clasifican en leve, moderada, grave y profunda^{13,14,15}.

1.2.6 Clasificación

La clasificación basada en criterios clínicos como el grado de afectación, sintomatología predominante y la extensión de la lesión es la de mayor utilidad, pues el tipo de tratamiento y el pronóstico dependerán del tipo de afectación¹⁶.

La parálisis cerebral espástica es el tipo más frecuente. Se estima que abarca alrededor del 70% de los pacientes con parálisis cerebral.

Los síntomas son el aumento del tono muscular, disminución de los movimientos voluntarios haciéndolos rígidos y lentos.

La espasticidad se puede presentar en sus formas tetraplégica, dipléjica, hemipléjica o monopléjica^{10,11,12}.

Fisiológicamente el incremento del tono muscular refleja la pérdida de las fibras reticuloespinales (afereencias inhibitoras descendentes), ocasionando un aumento de la excitabilidad de las motoneuronas α y de las neuronas del huso muscular o γ . La destrucción de las áreas premotoras o de la vía piramidal impide la activación del área reticular inhibidora del tono, por tanto, se incrementa el tono muscular.

Los patrones más observados son:

- Hemipléjica (25-40%): se encuentra afectado un hemicuerpo con mayor compromiso braquial
- Cuadripléjica (9-43%): se encuentra compromiso global incluyendo tronco y las 4 extremidades, principalmente las superiores
- Dipléjica (10-33%): se encuentra espasticidad mayor en miembros inferiores y leve compromiso de miembros superiores
- Monopléjica y tripléjica: suelen evolucionar a otro tipo clínico^{12,17}.

1.2.7 Diagnóstico

El diagnóstico de parálisis cerebral se realiza mediante la detección de un retraso en el desarrollo motor, tono muscular y posturas anormales que condicionan limitaciones funcionales en pacientes mayores a 2 años de edad. Sin embargo antes de los 18 meses pueden haber síntomas sugestivos de retardo en el desarrollo neuromotor como son anomalías en las funciones orolinguales (succión- deglución), aumento de tono extensor, retraso en la desaparición de reflejos primitivos, dificultad o fracaso para mantener su peso sobre los antebrazos, imposibilidad para mantenerse sentado con ayuda y con la cabeza erecta, poco interés social, indiferencia a estímulos visuales con conducta visual normal¹¹. Todos estos síntomas son sugestivos que estos pacientes van a tener cierto grado de dificultad en la elocución de la voz y por consiguiente su inteligibilidad para lograr su comunicación³⁴.

1.2.8 Parálisis cerebral y comunicación

En la parálisis cerebral, el trastorno motor va acompañado de trastornos de comunicación, sensoriales, cognitivos, perceptivos o de conducta, cuya existencia o no condiciona de manera importante el pronóstico individual de los niños que la padecen⁶.

Se estima que aproximadamente 22% de los niños con parálisis cerebral cursan con limitaciones de la comunicación, repercutiendo en el bienestar y el desarrollo social en esta población³⁴.

Los diversos tipos de parálisis cerebral cursan con características similares que involucran a todos los órganos de producción de la voz, que incluyen la respiración, la fonación, la resonancia. Las alteraciones en el control respiratorio ocasionan que su respiración sea superficial, que exista una incoordinación entre la exhalación y la fonación y que la pobre función laríngea ocasione una disminución en la frecuencia fundamental, así como en la intensidad de la voz y alteraciones en la señal- ruido³⁴.

1.3 Mecanismo de producción de voz

1.3.1 Fisiología

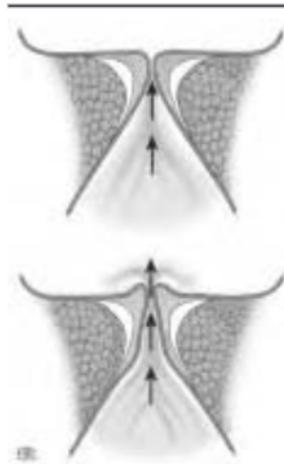
El principio fundamental en la producción de voz es la vibración de las cuerdas vocales, en el cual tiene que haber un acoplamiento de estructuras como el tórax, el diafragma y la musculatura abdominal para poder convertir la energía aerodinámica generada por dichas estructuras y percibir energía acústica determinada como voz. En la modulación de este flujo de aire participan estructuras subglóticas y supraglóticas que generan un movimiento determinado de acuerdo a la configuración y tensión de estas estructuras²⁷.

Los cambios y la estructura de las cuerdas vocales son fundamentales para modificar las cualidades de la voz. Se propone que la vibración está determinada por la masa, la viscoelasticidad de las cuerdas vocales y la presión subglótica, generando cambios en la frecuencia fundamental²⁷. En el caso de los pacientes con parálisis cerebral al existir dificultad en el control muscular para realizar el cierre cordal, la masa y la elasticidad de los pliegues cordales se verán afectados, alterando el timbre y frecuencia fundamental de los niños con la patología neuromuscular⁴.

En el aspecto aerodinámico, el principio de Bernoulli propone que para iniciar la voz, las cuerdas vocales deben aproximarse, generando un conducto estrecho entre la subglotis y la supraglotis. Durante la espiración, hay un aumento de la presión positiva en los pliegues cordales que ocasiona que el aire fluya a través de la apertura glótica. Una vez que dicho flujo aéreo pasa a través del estrechamiento del conducto, hay una reducción en la presión transglótica que produce una presión negativa que tracciona las cuerdas medialmente para obstruir el flujo aéreo nuevamente y generar otro “ciclo glótico”. La voz de los pacientes con parálisis cerebral presenta irregularidades en el ciclo glótico, relacionado a tensiones musculares inapropiadas durante el control del cierre cordal, ocasionando alteraciones en la modulación de la voz. *Figura 1*

Figura 1

La vibración de las cuerdas vocales depende de las propiedades elásticas de los pliegues cordales y de la relación entre la presión del aire y la fuerza de cierre de las cuerdas.



Bibliografía³⁸: Giovanni A, Ouaknine M, Garrel R., Fisiología de la fonación, Enciclopedia Médico-Quirúrgica, otorrinolaringología, E- 20-632-A-10

1.3.2 Mecanismo de la producción de voz en la parálisis cerebral

Como lo mencionan diversos autores como Pennington en 2018, en la parálisis cerebral hay ciertas anomalías en el control neuromotor que van a influir en la musculatura respiratoria asociada para llevar a cabo los ajustes anatómicos necesarios para la modulación de la voz³⁴. Éstas incluyen dificultad para producir una presión positiva suficiente que genere una exhalación prolongada que pueda generar una vocalización eficiente para producir 1 o 2 sílabas en una exhalación. Aunado a esto, existe tensión en los movimientos antagonistas diafragmático-abdominales y torácicos y movimientos involuntarios de la musculatura respiratoria, ocasionando dificultad para mantener la presión de aire suficiente para la vocalización^{22,34}.

En las primeras etapas de la vida las características de las vías respiratorias inferiores, el diámetro y el tamaño de la vía traqueobronquial tienen características diferentes. El pulmón del niño sano presenta baja distensibilidad, por lo que se requiere aumentar la capacidad pulmonar incrementando la frecuencia respiratoria¹⁹; en el caso de los pacientes con parálisis cerebral presentan una respiración superficial, por su dificultad en incrementar la frecuencia respiratoria, los pacientes con parálisis cerebral requieren

un proceso prolongado en el aprendizaje de las modulaciones y proyección de la voz. En cuanto a la frecuencia respiratoria de un lactante sano, es de 30 a 40 respiraciones por minuto, en los preescolares de 20 a 30 respiraciones por minuto y en escolares de 15 a 20 respiraciones por minuto¹⁹. En caso de los pacientes con parálisis cerebral, el control de la frecuencia respiratoria depende del grado de afección motora³⁶.

La caja torácica de todos los infantes, es redonda, blanda y compresible. Las costillas se encuentran en posición horizontal durante el primer año de vida y una vez iniciada la marcha adquiere las características anatómicas normales entre los 5 a 7 años¹⁹. Recordando que nuestros pacientes con parálisis cerebral se dificulta el desarrollo psicomotor existirá retardo en el desarrollo costal en razón al grado de afección motora, Los músculos intercostales están poco desarrollados y se fatigan fácilmente a la sobrestimulación. El tipo de respiración que predomina en los lactantes sanos es la abdominal, a los 2 años es la toracoabdominal y a los 5 años la torácica¹⁹. En los niños con parálisis cerebral, los movimientos de la respiración son más amplios y el movimiento del tórax es menos uniforme, estas características dependen del compromiso de las estructuras respiratorias en razón al control psicomotor; algunos niños tienen una capacidad vital tan disminuida que su frecuencia respiratoria llega a ser muy rápida (más de 30 ciclos/min), dificultando exhalar la mínima cantidad de aire necesaria para la voz²². La capacidad vital reducida está acompañada a menudo por un inadecuado mecanismo valvular laríngeo (cierre glótico), palatofaríngeo (esfínter velofaríngeo) y bucal. La eficacia del control de estos 3 esfínteres es indispensable para el correcto funcionamiento del soplo fonorrespiratorio en la producción de la voz²³.

La configuración y las presiones generadas en el tracto vocal modifican las características acústicas de la voz efectuándose mediante contracciones agonistas y antagonistas. De acuerdo a la teoría fuente- filtro, los resonadores no generan energía sonora, responden a la energía que reciben del fuelle respiratorio. Para poder percibir esa energía acústica como voz, el sonido debe viajar por el tracto supraglótico en donde se modifica de acuerdo a la configuración del patrón de resonancia particular. Podemos observar que en los pacientes con parálisis cerebral existe incoordinación de los elementos del órgano fonoarticulador, aunado a anomalías estructurales causadas por trastornos neuromusculares y posturales^{11,34}; estas características fisiológicas de los pacientes con parálisis cerebral ocasionan atenuación o amplificación sonora en frecuencias distintas a los pacientes normales modificando los armónicos que modifica a los armónicos logrando modificar aun a los formantes. Ordinariamente los tractos vocales de mayor diámetro se asocian con tonos graves y diámetros pequeños con tonos agudos, lo que explica que en el niño las frecuencias sean más agudas en los niños²⁷, sin embargo en los niños con parálisis cerebral observamos timbres graves pero están en relación a la tensión muscular generada en el cierre cordal, incrementando la masa muscular durante la fonación⁴.

Las vocales cuentan con formantes específicas que se producen de acuerdo a la configuración del tracto vocal. Debido a que existe menor control en el tono muscular, de los pacientes con parálisis cerebral se produce dificultad para la coordinación de los movimientos orales³⁷ que ocasiona alteración en la vocalización y mala emisión de las

vocales²⁷.

La intensidad de la voz es un factor importante para la comunicación, la comprensión fisiológica de su generación requiere del conocimiento de la dispersión de la energía aerodinámica a nivel subglótico, glótico y supraglótico. A nivel subglótico la energía aerodinámica está dada por la presión del aire desde los pulmones y el flujo generado de este a través de la tráquea, mismos que serán determinantes para la frecuencia fundamental²⁷. En el niño con parálisis cerebral podemos observar que dependiendo del grado y tipo de trastorno neuromuscular observamos variaciones en la tensión de los músculos respiratorios que ocasionan inadecuado control del flujo traqueal por lo que la intensidad en la voz se verá afectada junto con el control de las frecuencias altas.³⁴

A nivel glótico, se debe generar una presión transglótica suficiente que permita el paso del aire a través de la glotis²⁷. Si la apertura glótica es deficiente como se puede ver en muchos pacientes con parálisis cerebral, habrá mayor tensión de las cuerdas que afecta de manera negativa la conversión de energía aerodinámica en acústica²³.

En el nivel supraglótico, la resonancia del tracto vocal tiene importantes efectos en la distribución espectral de la energía acústica. Hardy encontró que existe un inadecuado mecanismo valvular laríngeo (cierre glótico), palatofaríngeo (esfínter velofaríngeo) y bucal en los pacientes con parálisis cerebral por lo que la distribución espectral de la energía acústica se encuentra alterada²³.

El tono de la voz se relaciona con la frecuencia fundamental y se correlaciona con la tensión vocal y la presión subglótica. La contracción de los músculos cricotiroideos aumenta la tensión vocal, mientras que los tiroaritenoides modifican la forma y tensión de los pliegues cordales²⁷. Los elementos anteriores dependen de contracciones musculares de acuerdo a la afección neuromuscular de los pacientes cerebral, los elementos anteriormente mencionados se verán afectados alterando el tono de la voz²³.

1.4 Métodos de evaluación de voz.

En los últimos años, se han desarrollado diversas herramientas que permiten evaluar los trastornos de la voz. En el 2018, Pennington y colaboradores estimaron que alrededor del 22% de los niños con parálisis cerebral cursan con limitaciones de la comunicación, lo cual repercute en su bienestar y el desarrollo social, por lo que es necesario encontrar un método de exploración que sea óptimo y que permita conocer las características estructurales y funcionales teniendo en cuenta el grado de función motora y su relación costo- beneficio para el adecuado diagnóstico clínico y su posterior rehabilitación^{24, 34}.

La exploración morfofuncional de la laringe consiste en la visualización de la laringe a través de métodos que permiten la valoración anatómica y funcional de los pliegues cordales y estructuras relacionadas²⁵.

Tabla 1: Métodos de evaluación de la función laríngea

Métodos visuales directos	Laringoscopia flexible Laringoscopia rígida o telarlaringoscopia
Métodos visuales indirectos	Laringoscopia refleja convencional Videoestroboscopia
Métodos indirectos	Tomografía
Métodos directos	Electroglotografía
Técnicas subjetivas basadas en la audición	Valoración subjetiva de la calidad de la voz
Técnicas objetivas	Método de Análisis cuantitativo de la voz

1.4.1 MÉTODOS VISUALES DIRECTOS

1.4.1.1 *Laringoscopia flexible*

En los años 70's con el desarrollo de la fibra óptica, fue posible no solo observar la morfología de los pliegues cordales y estructuras adyacentes sino conocer la dinámica de éstos, pudiendo obtener en tiempo real imágenes de la laringe²⁶.

Los fibroendoscopios son sistemas de endoscopia compuestos por dos haces de fibras ópticas que permiten tanto la transmisión de luz como la captación de imagen. La eficacia de este sistema depende de la calidad, número, diámetro y longitud de las fibras ópticas, sin embargo, sus propiedades ópticas son inferiores a las del telarlaringoscopio por presentar menor poder de magnificación, iluminación reducida y menor resolución de sus imágenes²⁶.

Este método de valoración foniátrica, aporta datos de gran importancia de los pacientes con parálisis cerebral ya que permite observar la laringe durante la emisión de voz que es vital en el proceso rehabilitatorio de estos pacientes³⁹.

1.4.1.1.1 Técnica

La vía de introducción de la fibra óptica es la nasal haciendo posible la visualización de las fosas nasales, el cavum, la rinofaringe, el velo del paladar y el tracto vocal tanto en reposo como durante la fonación, respiración, habla y canto²⁶.

Para realizar el procedimiento se le pide al paciente estar sentado en una posición cómoda sin realizar movimientos bruscos²⁵. Esto puede ocasionar cierta dificultad en los pacientes con parálisis cerebral que tienen alteración importante en el control motor

neuromuscular que les impiden tener una postura adecuada³⁹.

Con el fin de minimizar las molestias ocasionadas por la introducción del endoscopio, se puede colocar anestesia tópica en la fosa nasal para disminuir la molestia de la fibra⁴⁰. A continuación, se introduce la fibra por la fosa nasal más amplia y se dirige hacia atrás por las coanas; se le pide al paciente que respire para facilitar la relajación del velo del paladar²⁵. Es indispensable el apoyo de la familia durante la realización del estudio ya que los pacientes con parálisis cerebral pueden tener agitación excesiva y aumentar el riesgo de sangrado o perforación de las estructuras evaluadas³⁹. Posteriormente, se pueden observar los movimientos del esfínter velofaríngeo, su suficiencia y competencia en las funciones relacionadas con las características de la voz²⁵.

Posteriormente el fibronasoendoscopio se puede dirigir hacia la laringe donde se describe durante reposo, cierre laríngeo y actividad supraglótica (aducción de los pliegues ventriculares y la contracción anteroposterior de las estructuras supraglóticas durante la fonación)²⁵. En los pacientes con parálisis cerebral podemos observar incoordinación de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la laringe por el inadecuado manejo del control neuromuscular³.

Además de poder evaluar el esfínter velofaríngeo, la función vocal y la fase faríngea de la deglución, se puede recolectar información acústica mediante electroglotografía y análisis acústico de voz²⁵. En los pacientes con parálisis cerebral la distribución espectral de la energía acústica se encuentra alterada, por un inadecuado mecanismo valvular laríngeo (cierre glótico), palatofaríngeo (esfínter velofaríngeo) y bucal²³.

1.4.1.2 Laringoscopia rígida (telelaringoscopia)

El sistema óptico de los telelaringoscopios o endoscopio rígido consiste en una serie de lentes cóncavos y convexos que proporcionan una mejor calidad de imagen a comparación de otras herramientas utilizadas en la evaluación clínica²⁶.

1.4.1.2.1 Técnica

Para realizar el procedimiento, se le pide al paciente estar sentado en una posición cómoda con la cabeza dirigida al frente y se debe traccionar la lengua hacia afuera el tiempo que dure la prueba. Es importante que el paciente tenga adecuada comprensión del procedimiento para lograr la mejor cooperación posible. Al igual que en la laringoscopia flexible, es de vital importancia el apoyo de la familia para que la valoración sea lo más rápida, obteniendo la mejor calidad de imágenes posibles. Se recomienda que algún miembro de la familia esté presente durante la realización del estudio con el fin de mantener una posición apropiada de la cabeza³⁹.

Se procede a introducir el endoscopio suavemente en la cavidad oral y se coloca por encima de la lengua sin tocar el velo del paladar hasta visualizar adecuadamente los pliegues vocales. Se le pide al paciente emitir la vocal /e/ a distintas alturas tonales e

intensidades. Cuando se usa la angulación de 70° es necesaria una ligera extensión del cuello²⁷. Se ha observado que algunos pacientes que presentan alteraciones neuromotoras (pacientes de parálisis cerebral) tienden a tener una respuesta sensorial aumentada (náusea) a comparación de la población sana³⁹.

A pesar de poder obtener imágenes de mayor calidad a comparación de otros métodos de evaluación, en el paciente con alteraciones en el control neuromotor, se debe tomar en cuenta la capacidad cognitiva, el control neuromuscular del paciente y la colaboración de la familia, por lo que solamente se puede realizar en pacientes con capacidad cognitiva normal o con una leve deficiencia³⁹.

1.4.1.3 **Laringoscopia refleja convencional**

1.4.1.3.1 Técnica

La laringoscopia refleja o indirecta consiste en la tracción de la lengua y posterior introducción en el fondo de la orofaringe de un espejillo sobre el cual se hace incidir un haz de luz y de esta manera se puede visualizar la laringe. Dentro de los factores que influyen para realizar una correcta realización, incluyen una iluminación adecuada, el tamaño del espejillo, la habilidad por parte del observador y la tolerancia del paciente²⁸.

Al igual que en la laringoscopia rígida, se debe de tomar en cuenta el aspecto cognitivo del paciente, de patología neuromuscular y de la red de apoyo familiar³⁹.

1.4.2 MÉTODOS VISUALES INDIRECTOS

1.4.2.1 **Videostroboscopia**

Para entender este procedimiento, es necesario conocer la fisiología fonatoria. El aire que sale de los pulmones y pasa a través de la glotis produce ondulación de la mucosa de los pliegues vocales y a su vez un movimiento de cierre y apertura llamado ciclo vocal.

Durante la fase de cierre del ciclo vocal, los pliegues se unen por efecto de la elasticidad y disminución de la presión subglótica. En la fase de apertura el aumento de presión separa los pliegues vocales. La sucesión de ciclos vibratorios produce la señal sonora que presenta una frecuencia fundamental dada por el número de vibraciones en un periodo de tiempo y una intensidad definida por la fuerza del contacto de los pliegues vocales²⁷. En los pacientes con parálisis cerebral podemos observar que debido al inadecuado control motor para la elocución de la voz, existen ciclos de cierre y apertura diferentes, por lo que la valoración mediante un estudio estroboscópico aportará datos poco valorables, ya que los pacientes con parálisis cerebral presentan tiempos de fonación cortos (menor a 3 segundos), una fonación aperiódica y poca intensidad de la voz⁴¹.

La ley de Talbot señala que la persistencia de la imagen es cuando ésta incide en la retina, durante 0.2 segundos. Si este movimiento se ilumina con una serie de destellos de luz de manera sincrónica a la frecuencia de cierre y de apertura en los pliegues vocales, se produce una ilusión óptica que permite ver dicho movimiento en cámara lenta. Este método permite observar con precisión las alteraciones de la ondulación de la mucosa y la situación del borde libre del pliegue vocal²⁵. Sin embargo, en voces irregulares o con tiempos cortos de fonación, como es el caso de la parálisis cerebral, existirá poca señal acústica por lo que es estudio resultará con artefactos que modifican los resultados del estudio⁴¹.

1.4.2.1.1 Técnica

Para la realización de la estroboscopia laríngea se paciente debe estar en posición sedente con la cabeza ligeramente extendida. Se utiliza un endoscopio rígido cuyo lente puede tener una angulación de 70° o 90°. La metodología es la mismas que en la endoscopia rígida. La señal es recogida a través de un micrófono o electroglotógrafo a la altura del cartílago tiroideo con el fin de registrar la vibración cordal. El dispositivo convierte la señal eléctrica en señal acústica la cual regula el destello de la lámpara estroboscópica permitiendo el efecto del movimiento cordal en cámara lenta. Las imágenes tomadas a través del endoscopio se digitalizan a través de una videocámara para realizar un análisis detallado del movimiento laríngeo²⁵. Al obtenerse la señal estroboscópica mediante el endoscopio rígido, tiene que considerarse el aspecto cognitivo para la cooperación en el estudio además de tener una adecuada postura durante la realización del estudio, por lo que es difícil de obtener en los pacientes con parálisis cerebral³⁹.

1.4.3.1 METODOS INDIRECTOS

1.4.3.1 **Tomografía Computarizada**

La Tomografía Computarizada de cráneo es un estudio que se usa frecuentemente en todos aquellos pacientes con antecedentes neurológicos pre, peri o post natales, como es el caso de los pacientes con parálisis cerebral. De esta manera se realiza en todo paciente del que se sospecha parálisis cerebral o bien ya se diagnosticó parálisis cerebral para conocer la etiología neurológica subyacente⁴².

Existen numerosas conexiones para la coordinación neuromotora de los músculos y órganos que participan en la fonación. Se ha demostrado que existen vías de asociación situadas en regiones motoras faringolaringeas, áreas auditivas corticales y subcorticales que participan en la producción de la voz³⁸. Ashwal y cols., realizaron una revisión sistemática en el 2004 en donde se encontró que la segunda causa de daño neurológico que presentan los pacientes con parálisis cerebral es la encefalopatía difusa, que implica compromiso cortico- subcortical así como ventriculomegalia.

Adicionalmente presentan agenesia o hipoplasia de cuerpo calloso y retraso en la mielinización. Todo ello con relación al compromiso neuromotor de los órganos fonorrespiratorios⁴².

La Tomografía computarizada es un método accesible, relativamente barato que permite estudiar amplios territorios anatómicos en muy poco tiempo y que por su rapidez hace posible obtener imágenes funcionales de la laringe durante la realización de maniobras como inspiración, fonación y valsalva^{24,27}.

1.4.4 MEDIDAS DIRECTAS

1.4.4.1 *Electroglotografía*

Es una técnica que registra el comportamiento de la laringe mediante el cambio en impedancia eléctrica en la garganta durante el habla²⁷.

Consiste en aplicar una señal de alta frecuencia y con bajo voltaje y amperaje por medio de 2 electrodos situados en la superficie del cartílago tiroideo. Los electrodos cubren un área entre 3-9cm². Un tercer electrodo es usado como referencia. Un generador de señal proporciona a los electrodos una corriente sinusoidal de una frecuencia de 300 KHz a 5 MHz. El voltaje entre los electrodos depende de la impedancia de los tejidos, siendo el valor típico de 0.5V.

La variación de la impedancia medida mediante este sistema permite cuantificar la calidad del contacto de las cuerdas vocales durante su vibración²⁷.

Se han realizado diferentes estudios en donde se ha visto la utilidad de la electroglotografía en la evaluación y el seguimiento de las deficiencias vocales de tipo funcional y orgánico para determinar cambios a partir de intervenciones terapéuticas⁴⁴.

En 2013 Yamout y colaboradores realizaron un estudio en donde compararon la media y desviación estándar de la frecuencia fundamental y jitter mediante electroglotografía con la emisión de vocales sostenidas /a/ y /e/, en donde se afirma que es una herramienta económica, objetiva y no invasiva para analizar la vibración de los pliegues cordales en pacientes con patologías neurológicas de base⁴³. Se ha visto que los pacientes con alteraciones neurológicas como la parálisis cerebral, tienen intervalos de cortos de fonación y es de gran utilidad en el pronóstico de tratamiento rehabilitatorio⁴⁴.

1.4.5 Método de Análisis subjetivo de la voz

Es una de las técnicas más utilizadas para realizar una inspección acústica de la voz. Para poder realizar una correcta evaluación de la voz, es necesario que exista adiestramiento del profesional.

Se han intentado establecer medidas que puedan objetivar la calidad de la voz a través de medidas clínicas multidimensionales basadas en métodos auditivos. En la literatura mundial existen diversos trabajos que proponen medidas objetivas de la calidad de la voz a partir de una grabación de voz²⁵, sin embargo, existen en la literatura pocos estudios que hablen sobre la evaluación de la voz en pacientes con parálisis cerebral. Workinger y Kent trataron de usar escalas objetivas en la valoración de la voz y encontraron que dentro de las características de la voz que presentaban los pacientes con parálisis cerebral son una voz hipernasal así como dificultad para la elocución de la voz resultado de la incoordinación de los órganos fonorespiratorios⁴⁵.

1.4.6 Método de Análisis cuantitativo de la voz

La finalidad del análisis acústico vocal es determinar las alteraciones de la función vocal. Una vez conocidas sus causas, se puede establecer un diagnóstico y proponer un tratamiento.

Los métodos para evaluar la voz nos dan información objetiva complementan la información obtenida en otras exploraciones, permitiendo controlar los progresos y la eficacia de las intervenciones rehabilitatorias.

Una de las ventajas que ofrece el análisis acústico de voz es identificar y cuantificar los componentes vocales causantes de la disfonía. También sirve para valorar la evolución de la disfonía una vez ya instaurado el tratamiento^{27, 29}. Algunos estudios de niños con disartria y parálisis cerebral han reportado que existe una mejoría posterior a la terapia fonorespiratoria³⁴.

El análisis acústico se basa en dos conceptos: la teoría fuente- filtro del tracto vocal y el análisis de Fourier de las señales periódicas complejas. La producción de la voz se resume en tres eventos:

- Excitación: vibración de las cuerdas vocales
- Transmisión: configuración y resonancia del tracto vocal supraglótico
- Radiación: configuración entre la abertura de la boca y la posición de los labios²⁷

Se asume el comportamiento lineal del sistema y la no variación del tracto vocal en el tiempo, sin embargo el tracto vocal fisiológicamente se comporta de manera no lineal y de forma dinámica como lo demuestra la teoría del caos o complejidad aplicada al comportamiento de los sistemas biológicos²⁷. En los pacientes con parálisis cerebral, existe incoordinación de los elementos del órgano fonoarticulador, por lo que la configuración del mismo, resultado de las anomalías estructurales causadas por trastornos neuromusculares y posturales y las presiones generadas en el tracto vocal modifican las características acústicas de la voz^{11,34}

Los parámetros que estudian el tracto vocal son:

- El ruido espectral
- Frecuencia de los formantes
- La envolvente del espectro

Los parámetros que caracterizan la fuente de excitación vocal son:

- Frecuencia fundamental o tono
- Amplitud o intensidad
- Espectro (relación entre intensidad y frecuencia)^{25,27}

La frecuencia fundamental (F0) es el componente frecuencial (armónico) más bajo de la señal microfónica. Representa el número de veces que las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo, y se expresa en ciclos por segundo o Hz. La laringe es capaz de producir una amplia gama de frecuencias (rango vocal) que varía en función de la edad y del sexo. Los valores normales en los niños sanos es 350 Hz²⁷. Eun Sook Park y colaboradores en el 2007 analizaron 26 niños con parálisis cerebral espástica y los compararon con niños sanos. Se les pidió fonar la vocal /a/, /i/ y /u/ y se encontró que la frecuencia fundamental de la vocal /a/ era mayor con respecto a las otras vocales, siendo de 320 ± 75.6 en los pacientes con parálisis cerebral y de 295.37 ± 34.23 en los niños sanos³³.

La duración de cada ciclo que compone la F0 se denomina periodo (T) y se mide en segundos.

La percepción psicoacústica del hecho físico de la frecuencia es el tono vocal. Cuando aumenta la frecuencia fundamental (F0), el tono se hace más agudo y cuando disminuye se hace más grave.²⁷

La frecuencia fundamental F0 puede variar en función de:

- La masa de las cuerdas vocales. Cuando la masa aumenta disminuye la frecuencia fundamental (F0) y por lo tanto, la voz se hace más grave.
- La longitud y la tensión de las cuerdas vocales: un aumento de la longitud aumenta la tensión de la cuerda, hará que la vibración sea más rápida y el tono más agudo. También puede aumentar la frecuencia fundamental (F0) sin aumentar la longitud, pero incrementando la tensión. Este tipo de variación suelen emplearlo los cantantes para alcanzar notas en el registro más agudo.
- La presión subglótica: cuando aumenta la presión subglótica se eleva la frecuencia fundamental (F0).^{27,30}

En el niño con parálisis cerebral, dependiendo del grado y tipo de trastorno neuromuscular existen variaciones en la tensión de los músculos respiratorios que ocasionan inadecuado control del flujo traqueal por lo que la intensidad en la voz se verá afectada junto con el control de las frecuencias altas.³⁴

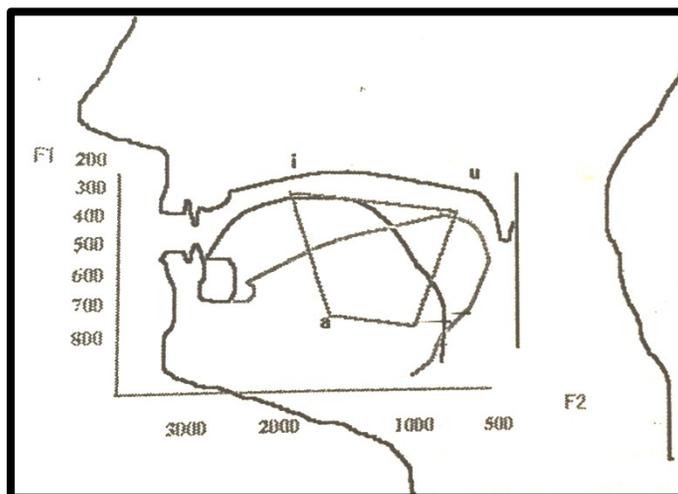
La característica de la voz más compleja es el timbre ya que está determinada por las características de las cualidades supraglóticas, el cual se ve enriquecido por los armónicos que se le agregan a las cavidades de resonancia^{5, 25}.

Las anomalías estructurales secundarias a los trastornos neuromusculares y posturales juegan un papel importante en la resonancia del tracto vocal ocasionando variaciones en la distribución espectral de la energía acústica, ocasionando atenuación o amplificación de la energía acústica²³.

Los formantes son una propiedad del tracto vocal, frecuencias propias de resonancia que obedecen a las características del mismo. Su presencia nos da una idea si es un proceso acústico enriquecido o deficiente.

Aquellos que están más relacionados con la inteligibilidad de la palabra y el reconocimiento de las vocales son los formantes 1 y 2. El formante 1 (F1) está relacionado con la apertura y cierre de la boca (mandibular), es decir, el primer formante es proporcional al cierre mandibular. El formante 2 (F2), se modifica según la forma del cuerpo de la lengua. Cuando la lengua comprime la parte anterior del tracto, aumenta la frecuencia de la F2²⁵. *Figura 2.* Eun Sook Park estudió las diferencias que existen entre F1 y F2 tanto en los niños sin patología foniátrica asociada como con los niños con parálisis cerebral espástica y no encontró diferencias estadísticamente significativas durante la elocución de las vocales /a/, /i/ y /u / en ambos grupos, lo que sugiere un patrón articulatorio similar en ambos grupos, sin embargo la F2 cualitativamente presenta mayor dispersión de la energía en los pacientes con parálisis cerebral espástica³³.

Figura 2: Carta de formantes. Tracto vocal. Polígono vocálico.



Tomado de Portillo M.P., Evaluación clínica de la voz, 1a ed, Ed Akadia, Buenos Aires, Argentina, 2016, pp 62

Los formantes que se relacionan con la característica tímbrica y altura espectral son los F3, F4 y F5. Estas dependen de las características del tracto vocal y no tienen relación con los órganos de articulación²⁵.

La perturbación de la frecuencia o jitter son las variaciones involuntarias de la F0 que suceden de un ciclo a otro. Éste mide la variación de la F0 entre un ciclo vocal y el siguiente. Es una medida de estabilidad de la fonación.³¹

Las causas de estas perturbaciones son:

- Neurológicas: falta de control del sistema nervioso
- Aerodinámicas: defecto en el cierre glótico
- Mecánicas: asimetrías en la masa de las cuerdas o alteración en el jitter.
- Oscilación caótica: en una situación ideal la frecuencia no varía, lo cual fisiológicamente no ocurre. El ciclo vocal responde a una vibración caótica siguiendo un modelo fractal, lo que quiere decir que la frecuencia entre ciclo y ciclo no es exactamente igual.²⁷

Cuando el jitter está alterado, demuestra una aperiocidad independientemente de la causa de la disfonía²⁵. Para medir el jitter debemos desechar el principio y el final ya que son las zonas con mayor inestabilidad. En las voces normales el jitter es menor a frecuencias más altas y a volúmenes más altos. Los valores de jitter aumentan con la edad. Conforme aumentan, mayor es la percepción de ronquera^{25, 27, 31}.

En el estudio reportado por Eun Sook Park y colaboradores, se encontró que el jitter en el grupo de los pacientes con parálisis cerebral espástica era ligeramente mayor al grupo control lo cual concuerda con la literatura que sugiere que se encuentra alterado en pacientes con patología neurológica debido a un inadecuado control neuromuscular³³.

La perturbación de la amplitud o shimmer mide la variabilidad de la amplitud ciclo a ciclo. Se determina a partir de sonidos vocálicos mantenidos sin variaciones voluntarias. Es una medida de la estabilidad de la fonación. Cuanto mayor es el valor del shimmer, mayor es la cantidad de ruido presente en la emisión. El shimmer se relaciona de modo inverso con la intensidad vocal (disminuye al aumentar la intensidad)^{30, 32}. Su valor puede alterarse por presencia de lesiones de masa y tiende a alterarse cuando hay una disminución de la resistencia glótica como en el paso de una parálisis cordal²⁵. Eun Sook Park midió el shimmer y encontró que los pacientes con parálisis cerebral tenían valores mayores con respecto a la población sin patología fonológica, por lo que existe inestabilidad de la voz resultado del pobre control laríngeo³³.

1.5 Modelo de atención del paciente con parálisis cerebral en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra

En el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra se brinda un tratamiento rehabilitatorio que contempla un manejo integral inter y multidisciplinario a los pacientes con parálisis cerebral cuyo objetivo es mejorar la función motora, la independencia, el desarrollo familiar y social así como lograr una integración educativa⁵⁴.

Para ello, en el servicio de preconsulta de Medicina de Rehabilitación se identifican todos aquellos pacientes con factores adversos para daño neurológico, alteraciones del neurodesarrollo y daño neurológico con discapacidad motora desde el primer día de vida extrauterina hasta los 15 años de edad y se refieren al Servicio De Parálisis Cerebral Y Estimulación Temprana en donde se realiza una historia clínica neuropediátrica y evaluación por médicos especialistas quienes confirman o descartan el diagnóstico de parálisis cerebral^{54,56}.

El Servicio De Parálisis Cerebral Y Estimulación Temprana se apoya del servicio de Imagenología para solicitar estudios de Neuroimagen como Tomografía Computarizada o Resonancia Magnética para determinar si existe daño neurológico demostrado por imagen y determinar la etiología de la parálisis cerebral⁵⁶.

En caso de confirmarse la parálisis cerebral, se aplican diversas escalas e instrumentos (Ashworth Modificada, Sistema de clasificación Funcional Motora Gruesa, Manual Ability Classification System y Clasificación Internacional de Funcionamiento, Discapacidad y Salud)* para establecer el grado de limitación funcional del paciente. Es importante mencionar que el Servicio De Parálisis Cerebral y Estimulación Temprana brinda atención a pacientes con parálisis cerebral de los grados I a IV según el Sistema de clasificación Funcional Motora Gruesa⁵⁶.

Asimismo se detectan las comorbilidades asociadas, siendo las principales el retraso mental, las alteraciones auditivas, las alteraciones en la comunicación, alteraciones oftalmológicas y antecedentes o sospecha de crisis convulsivas, para que se les de la atención necesaria por los médicos especialistas del área⁵⁶.

Una de las comorbilidades asociadas a la parálisis cerebral son los trastornos de deglución, motivo por el cual se solicita la valoración del servicio de Foniatría del Instituto⁵⁶.

Inicialmente se realiza un interrogatorio dirigido al motivo de consulta y se realiza una exploración clínica foniátrica que incluye una valoración de voz, habla y deglución. Asimismo se realizan estudios adicionales como la Nasolaringoscopia flexible y la evaluación fibroendoscópica de la deglución (FEES). Para ello, se introduce el fibronasoendoscopio a través de la nariz y se evalúa el esfínter velofaríngeo, la simetría y movilidad de las paredes faríngeas, la morfología de las cuerdas vocales y el cierre glótico, la movilidad de los aritenoides y epiglotis, todas ellas relacionadas con la proyección de la voz y el mecanismo de la deglución⁵⁷.

En caso de encontrarse alguna alteración de la voz, se realizan estudios adicionales que puedan aportar datos objetivos de la valoración acústica para brindar estrategias terapéuticas que permitan emisiones vocales adecuadas⁵⁷. Para ello, el servicio de Foniatría del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra cuenta con médicos especialistas en el área y equipo para diagnóstico foniátrico como el

*Ver anexo

nasofaringolaringoendoscopio flexible, laringoscopio rígido, estroboscopia y equipo para análisis de voz equipado con electroglotografía así como servicio de terapia de voz y habla⁵⁵.

En base a la valoración clínica y los análisis acústicos complementarios, se puede establecer un plan rehabilitatorio integral en donde dependiendo del grado de afección se puedan establecer objetivos del tratamiento⁵⁷.

Cuando haya mejoría de la proyección de la voz del paciente valorada tanto clínicamente como por métodos de valoración foniatría de la voz y se hayan cumplido los objetivos terapéuticos establecidos, se considerará alta del servicio.

2. Planteamiento del problema

En México, la parálisis cerebral es considerada la principal causa de discapacidad infantil y su incidencia va en aumento. Algunos autores señalan que una cuarta parte de los pacientes con parálisis cerebral cursan con limitaciones en la comunicación resultado del compromiso fono-respiratorio y el pobre control neuromotor.

A pesar de que la parálisis cerebral representa la principal causa de discapacidad motora en niños en México, la mayoría de los médicos de primer contacto no realizan una detección oportuna de los problemas de voz que son la base para lograr la comunicación repercutiendo en su desarrollo social ocasionando aislamiento y pérdida del autoestima.

3. Antecedentes

Son pocos los estudios sobre voz de pacientes con parálisis cerebral, los existentes son por Vorperian H. en 2007, Chia- Ling C. y cols en 2010, y Pennington L., en 2016 en donde señalan que los patrones respiratorios paradójicos y la pobre coordinación en el control neuromotor, son los causantes de que exista escasa proyección de la voz en esta población y disminución de la intensidad⁴⁸.

Vorperian H. en 2007 menciona que los métodos de valoración de análisis cuantitativo de la voz son una herramienta de gran importancia que aportan información acerca de la coordinación fonorrespiratoria y control neuromotor de los pacientes con parálisis cerebral. Estos métodos generalmente no son invasivos y pueden aportar información para establecer técnicas rehabilitatorias que ayuden a mejorar la elocución en los pacientes con parálisis cerebral y con ello lograr una mejor comunicación⁴⁷.

Se realizó un estudio en 2007 por Eun Sook Park y colaboradores en donde se analizaron 26 niños con parálisis cerebral espástica y los compararon con niños sanos. Se les pidió fonar la vocal /a/, /i/ y /u/ y se encontró que la frecuencia fundamental de la vocal /a/ era mayor con respecto a las otras vocales en comparación con los niños sanos³³.

Asimismo se estudiaron las diferencias entre la F1 y F2 de los niños sin patología foniatría en comparación con los niños con parálisis cerebral espástica y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas durante la elocución de las vocales /a/, /i/ y /u/ en ambos grupos, lo que sugiere un patrón articulatorio similar en ambos grupos, sin embargo la F2 cualitativamente presenta mayor dispersión de la energía en los pacientes con parálisis cerebral espástica³³.

Otra de las variables analizadas en ambos grupos poblacionales fue el jitter encontrando que en el grupo de los pacientes con parálisis cerebral espástica era ligeramente mayor al grupo control lo cual concuerda con la literatura que sugiere que

se encuentra alterado en pacientes con patología neurológica debido a un inadecuado control neuromuscular³³.

En relación al shimmer se encontró que los pacientes con parálisis cerebral tenían valores mayores con respecto a la población sin patología fonológica, por lo que los autores sugieren que existe inestabilidad de la voz resultado del pobre control laríngeo³³.

4. Justificación

La parálisis cerebral es la principal causa de discapacidad motora en niños mexicanos. En el Instituto Nacional de Rehabilitación existe una incidencia de 250-300 casos por año⁴⁹. Diversos reportes, señalan que a nivel mundial y en México la incidencia de parálisis cerebral es de 2 a 3 por cada 1000 recién nacidos vivos. Algunos estudios señalan que alrededor del 22% de los pacientes con parálisis cerebral tienen problemas en la comunicación debido a las alteraciones en el patrón respiratorio caracterizado por inspiraciones superficiales y espiraciones forzadas con disminución en la duración para la emisión de los fonemas por lo que es imprescindible realizar una valoración fonológica de los pacientes con parálisis cerebral para ayudar en desarrollo de la voz, que permita mejorar su comunicación³⁵.

En el servicio de foniatría del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra se realiza una valoración integral de estos pacientes para mejorar su técnica vocal, permitiendo mejorías en su comunicación.

Existen centros de salud nacional tanto públicos como privados dentro de los que se encuentran el Instituto Nacional de Pediatría, el Hospital General de México, el centro de Rehabilitación Infantil (C.R.I) y el hospital Médica Sur^{50,51,52,53} que valoran elementos de la especialidad de Foniatría sin embargo no evalúan la voz en los pacientes de parálisis cerebral para proporcionar terapia específica.

A pesar de que la parálisis cerebral representa la principal causa de discapacidad motora en niños en México, existe escasa información acerca de las características de la voz en esta población, por lo que es necesario realizar una revisión sistemática acerca de la patología desde el punto de vista fonológico así como sus métodos de evaluación que sea útil para el médico de primer contacto con el fin de realizar una detección oportuna de los problemas de la voz y poder referirlos con el médico especialista para que los pacientes con parálisis cerebral reciban una terapia específica que los ayude a lograr un adecuado control fonorespiratorio antes de adquirir los patrones necesarios para la articulación del habla y mejorar su bienestar social.

5. Objetivo general

Dar a conocer información general sobre la evaluación de la voz en los pacientes con parálisis cerebral en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra

6. Objetivos específicos

- Explicar la fisiología del mecanismo de producción de voz en los pacientes con parálisis cerebral
- Conocer la importancia del mecanismo de producción de voz en los pacientes con parálisis cerebral
- Describir la técnica de la laringoscopia flexible y su utilidad en pacientes con parálisis cerebral
- Describir la técnica de la laringoscopia rígida o telelaringoscopia y su viabilidad en los pacientes con parálisis cerebral
- Describir la técnica de la laringoscopia refleja convencional y su viabilidad en los pacientes con parálisis cerebral
- Describir la técnica de la videoestroboscopia y su viabilidad en los pacientes con parálisis cerebral
- Describir la importancia de la tomografía computarizada en el diagnóstico de la parálisis cerebral y su relación con las alteraciones fonológicas
- Describir el método de electroglotografía y su utilidad en pacientes con parálisis cerebral
- Describir la importancia de la valoración subjetiva de la calidad de la voz en el paciente con parálisis cerebral
- Describir la importancia del análisis cuantitativo de la voz y su correlación con pacientes con parálisis cerebral

7. Material y métodos

7.1 Tipo y diseño de estudio

Es un estudio dialéctico y descriptivo donde se realizó una revisión sistemática de material bibliográfico relacionado con el tema parálisis cerebral y los métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz, en las bases de datos de PubMed, Cochrane Library, Wiley Online Library y ScienceDirect, utilizando las palabras clave: "parálisis cerebral", "voz", "métodos diagnósticos", "vocales", "control oromotor", "análisis acústico", obteniendo 34 300 resultados para parálisis cerebral, 13 300 resultados para alteraciones relacionadas con la voz, 22,300 resultados para métodos diagnósticos, 2250 resultados para control oromotor y 3380 para análisis acústico.

7.2 Criterios de inclusión

- Artículos sobre trastornos de voz y su repercusión en la comunicación de pacientes con parálisis cerebral
- Referencias bibliográficas que describan los métodos de evaluación foniatrica y la metodología para la obtención de muestras.
- Artículos que hagan referencia a los hallazgos de los métodos de evaluación foniatrica en pacientes con parálisis cerebral

7.3 Criterios de eliminación

- Artículos que refieren exclusivamente a trastornos de habla y lenguaje.
- Artículos que hacen referencia a trastornos de deglución
- Artículos que traten sobre otras comorbilidades asociadas a la parálisis cerebral

7.4 Criterios de exclusión

- Artículos con información sobre la comunicación sin datos de voz
- Artículos que se refieran a trastornos neurológicos diferentes a parálisis cerebral
- Artículos que hagan referencia a problemas de voz en otros grupos poblacionales.

7.5 Tamaño de la muestra

En las bases de datos de de PubMed, Cochrane Library, Wiley Online Library y ScienceDirect, utilizando términos MeSH, booleanos y límites se encontraron 107 artículos, de los cuales se seleccionaron 48 que cumplieran con los criterios de inclusión.

7.6 Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

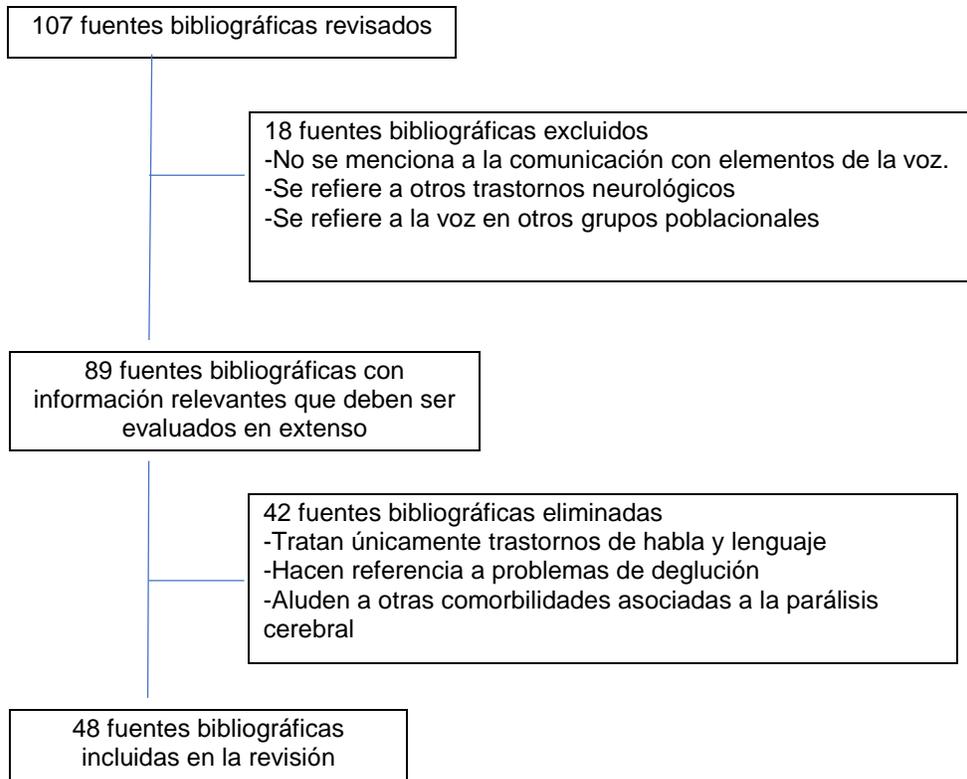
Se utilizaron estrategias de búsqueda electrónicas para identificar estudios relevantes sobre el tema parálisis cerebral y los métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz. Nuestra búsqueda se realizó en las bases de datos de PubMed, Cochrane Library, Wiley Online Library y ScienceDirect. Además, se buscó la bibliografía de las referencias de artículos consultados y se incluyó un resumen de la Confederación ASPACE en Madrid, España sobre parálisis cerebral y un reporte del subcomité de estándares de calidad de la Academia Americana de Neurología y del comité de la Sociedad de Neurología Pediátrica. Asimismo, se incluyeron datos sobre la estadística nacional del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI) del año 2013 y datos epidemiológicos obtenidos del departamento de Bioestadística del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra (INR LII) del año 2018. Las búsquedas incluyeron ensayos clínicos, revisiones, reporte de caso, estudios comparativos en pacientes con parálisis cerebral y los métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz con asignación aleatoria sin restricción de idioma ni de fecha de publicación.

Se utilizaron las palabras clave: “parálisis cerebral”, “voz”, “métodos diagnósticos”, “vocales”, “control oromotor”, “análisis acústico”, y se consideraron aquellos artículos de temas médicos especializados utilizando términos MeSH, booleanos y límites.

Se encontraron 107 artículos, de los cuales se seleccionaron 48 que cumplieran con los criterios de inclusión, que corresponde al 43%.

7.7 Descripción del procedimiento

Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de selección de información.



8. Organización de la investigación

8.1 Recursos humanos

Médico residente de Audiología, Otoneurología y Foniatría quien realizará una revisión sistemática de la literatura concerniente de la valoración foniátrica de la voz en pacientes con parálisis cerebral y que será validada por dos médicos especialistas en Audiología, otoneurología y foniatría para evitar posibles sesgos en la revisión.

8.2 Recursos materiales

Se utilizará una computadora laptop marca Macintosh Modelo MacBook Air 2017 con procesador .8 GHz Intel Core i5 propiedad del tesista para realizar el trabajo de investigación.

9. Consideraciones éticas

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en su título segundo, concerniente a los Aspectos Eticos de la Investigación en Seres Humanos, en su capítulo I, artículo 17, clasifica a este estudio de

investigación sin riesgo ya que se emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada en las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio

10. Resultados

En nuestra estrategia de búsqueda, se obtuvieron 107 artículos todos ellos relacionados a la parálisis cerebral y/o los métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz, sin embargo, se seleccionaron 48 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión. 9 fuentes bibliográficas aportaron información sobre la estadística⁴⁹ y el manejo de parálisis cerebral en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra^{50,51,52,53,54,55,56,57}.

En nuestra revisión, el total de las fuentes bibliográficas incluidas, 26 hacían referencia a la parálisis cerebral y secuelas de la comunicación, 23 a los problemas de voz y 8 a los métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz.

De las fuentes bibliográficas empleadas en nuestra revisión, 33 corresponden a artículos, 12 a libros, 2 a resúmenes de conferencias internacionales sobre parálisis cerebral y 2 a estadística nacional y del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra sobre discapacidad y parálisis cerebral.

Para realizar esta revisión, se seleccionaron fuentes bibliográficas relacionadas a la parálisis cerebral y métodos diagnósticos para la evaluación de los problemas de la voz. De ellos 7 aportaron datos sobre la parálisis cerebral en general resaltando la importancia de la comunicación^{6,7,10,11,13,14,17,35}. Algunos artículos recalcaron la importancia de la función motora en la parálisis cerebral^{6,12,14}.

En cuanto a la estadística general de la parálisis cerebral 8 artículos se refirieron a esta, de los cuales 1 fuente mencionó la estadística del INR⁴⁹ y 4 artículos se enfocaron en la estadística general de México^{7,8,10,11}, 3 artículos mencionaron sobre la estadística de parálisis cerebral en otros países^{3,7,15}. La estadística del Instituto Nacional de Rehabilitación señala que existe una incidencia de 250-300 casos por año⁴⁹, mientras que en México la incidencia de parálisis cerebral es de 2 a 3 por cada 1000 recién nacidos vivos^{7,8,10,11}, de acuerdo a la estadística en otros países señala que ésta es en Estados Unidos de 2 por cada 1000 recién nacidos vivos³, en España de 1 por cada 1000 recién nacidos vivos⁷ mientras que una cohorte de 4 años en Suecia señala que ésta es de 2.1 por cada 1000 recién nacidos vivos, en el cual la etapa en donde estableció la parálisis cerebral fue en los neonatos prematuro¹⁵.

Diversas fuentes consultadas hacen referencia a la mecánica fono-respiratoria en los pacientes con parálisis cerebral^{19,21,22,23,27,28,37,38,46}, todas ellas concuerdan que existe una disfunción respiratoria relacionada al inadecuado control motor en los músculos

respiratorios, resultando en una expansión torácica limitada, respiración superficial y espiraciones forzadas^{19,21,22,23,27,28,37,38,46}.

En cuanto a los métodos diagnósticos empleados en la parálisis cerebral se mencionan en 9 fuentes consultadas^{13,17,21,27,28,36,42,45,46}; de los métodos de diagnóstico de problemas de voz mencionados en la revisión se revisaron 2 artículos^{39,40} así como algunas fuentes obtenidas de libros especializados en el área^{27,28}, artículos que hacían referencia a la electroglotografía fueron 2^{43,44} y uno hizo una comparación de estroboscopia con electroglotografía⁴¹. Cabe mencionar que dentro de la revisión bibliográfica consultada solamente 1 estudio hizo referencia al análisis de voz³³. En este estudio de Eun Sook Park et als., se estudiaron diversas variables: jitter, shimmer, frecuencia fundamental, formante 1 y formante 2. Se encontró que la frecuencia fundamental de la vocal /a/ era mayor con respecto a las otras vocales en comparación con los niños sanos. Aunque no se encontraron diferencias cuantitativas entre la formante (f1) y la formante (F2), se encontró que cualitativamente la F2 presenta mayor dispersión de la energía en los pacientes con parálisis cerebral espástica. En relación al jitter y shimmer se encontró que los pacientes con parálisis cerebral tenían valores mayores con respecto a la población sin patología foniatría, por lo que los autores sugieren que existe inestabilidad de la voz resultado del pobre control laríngeo³³.

Se menciona en 3 artículos la importancia de la terapia en la mejoría de la voz^{9,13, 20}. Puyuelo menciona que es importante trabajar en la voz de forma intensa principalmente en los ejercicios de respiración que ayuden a realizar inspiraciones más profundas para lograr fonaciones adecuadas y que puedan tener mejor intensidad. Asimismo menciona que es importante mejorar la movilidad de los músculos de la zona oral y periorale empleando ejercicios

11. Discusión

En la elaboración de la revisión se emplearon 57 fuentes bibliográficas para hacer un análisis sobre las características de la voz y los métodos para su valoración en los pacientes con parálisis cerebral. El Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra al ser una institución de tercer nivel de atención en donde existen servicios médicos con el personal capacitado y la infraestructura necesaria capaces de atender a esta población, no existe un manual de guía clínica en los trastornos de la voz en esta población.

De acuerdo a varios autores mencionados en la revisión, los pacientes con parálisis cerebral tienen alteraciones en el patrón respiratorio caracterizadas por ser inspiraciones superficiales y espiraciones forzadas que dificultan la emisión de los fonemas. Puyuelo M., menciona que existen múltiples artículos que hacen referencia al lenguaje en estos pacientes, sin embargo hay poca literatura referente a las características de la voz en estos pacientes. Es imprescindible realizar una valoración

foniátrica de la voz ya que el adecuado manejo de la misma es la base para poder realizar la articulación de las palabras y posteriormente tener un lenguaje adecuado²⁰.

En México existen pocas instituciones que realizan valoraciones de la voz. De las instituciones que refieren realizar estas valoraciones, ninguna de ellas cuenta con un manual para el manejo de la voz en este grupo poblacional. Es fundamental hacer una valoración foniátrica ya que de lo contrario se les confina a estos pacientes a una menor calidad de vida y aislamiento familiar y social.

En el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo se atienden únicamente pacientes con parálisis cerebral de los grados I a IV según el Sistema de clasificación Funcional Motora Gruesa⁵⁶. Se ha visto que los pacientes con parálisis cerebral que presentan compromiso importante en el control neuromotor tienen una capacidad pulmonar muy reducida así como limitación importante en el control muscular por lo que tienen poca posibilidad de mejoría en su capacidad respiratoria y por lo tanto de fonación²².

Por lo tanto, la comprensión de la función respiratoria en los niños con parálisis cerebral es de especial importancia en el manejo integral del paciente. Existen diversos artículos que mencionan las características de la voz desde un punto de vista subjetivo, sin embargo, es necesario generar información objetiva mediante los métodos de valoración foniátrica de la voz para establecer estrategias terapéuticas encaminadas a mejorar la proyección de voz para lograr una mejor comunicación y evitar ser relegados de la sociedad.

Con esta revisión se espera que los médicos generales tengan mayor conocimiento de esta patología y las consecuencias si no se brinda una atención foniátrica oportuna y se espera que médicos especialistas y de otras áreas aporten mayor cantidad de información para mejorar la atención de estos pacientes.

12. Conclusiones

La información contenida en esta tesis nos permite una mejor comprensión de como la afección motora repercute en los elementos de la voz. La disminución de la intensidad es consecuencia de la baja capacidad pulmonar, la reducción de la expansión torácica, disminución en la amplexión y amplexación, disociación toraco-abdominal^{19,21,22,23,27,28,37,38,46}. La modificación del tono se relaciona a la inconstancia en el mantenimiento de la presión subglótica y mal manejo del cierre glótico^{23,27}. Las variaciones en el timbre se deben a la inadecuada coordinación del aparato fonoarticulador^{5, 25}. Este mecanismo nos permite entender las medidas terapéuticas a emplear según las alteraciones en las características de la voz que presente nuestro paciente en relación al grado de afección motora²².

La evaluación subjetiva de la voz y el análisis cuantitativo permiten una evaluación de la voz más amigable para los pacientes de parálisis cerebral sin importar el grado de afección³³.

13. Aportaciones y limitaciones del estudio

Los problemas de comunicación son una de las comorbilidades más frecuentes que existen en los pacientes con parálisis cerebral. La base para lograr una comunicación es tener una adecuada proyección vocal. Esta revisión es un paso para realizar investigación de voz en el área en México y a nivel mundial. Se ha visto que la parálisis cerebral tiene una incidencia mayor con respecto a otros países por lo que es necesario investigar más sobre el tema. Esta revisión se realizó para que personal en el área de la medicina tenga conocimiento acerca del tema ya que se enseña en programas de rehabilitación de posgrado por lo que puede ser una limitante de la no ser totalmente entendible para personas ajenas a la medicina.

Otra de las limitantes del estudio es que se empleó poca bibliografía relacionada a los métodos diagnósticos foniatricos en esta población debido a que existe poca información respecto a ello, sin embargo se espera que en un futuro se pueda aportar más información al respecto.

14. Bibliografía:

1. Bustos I, Tratamiento de los problemas de la Voz, CEPE, SL, Madrid, España, 1995.
2. García M, los inicios biológicos del desarrollo humano, Gallardo Eds, Ed. Pirámide, Psicología de la educación y del desarrollo en contextos escolares, Madrid España, 2004.
3. Gonzalez J., Fonación y Alteraciones de la laringe, Editorial Medica Panamericana, Buenos Aires argentina, 1990.
4. Molina H., Fernández S., Vázquez de la Iglesia F., Urra A., Voz del niño, Rev Med Univ Navarra, Vol 50, Nº 3, 2006.
5. Jackson Menaldi, La voz normal, Editorial Medica panamericana, Madrid, España, 2002.
6. Rothman J., Effects of respiratory exercises on the vital capacity and forced expiratory volumen in Children with cerebral palsy, Physical Therapy, Vol 58 (4), 1978.
7. Poblano et al, Prevalence of early neurodevelopmental disabilities in Mexico, Arq Neuropsiquiatr, 2009, 67 (3-A): 736-740.
8. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México D.F., a 03 de Diciembre de 2013.
9. Hurtado Li, La parálisis cerebral, actualización del concepto, diagnóstico y tratamiento, Pediatría Integral, 2007, XI(8): 687-698.
10. Calzada Vázquez Vela C., Vidal Ruiz CA., Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia., Rev Mex Ortop Ped., 1, 2014, 6-10
11. Gómez- Lopez S., Jaimes VH., Palencia- Gutierrez CM, Parálisis cerebral infantil, Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría, Vol. 76(1), 2013, 30-39.
12. Robaina- Castellanos GR., Riesgo- Rodriguez, Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿Un problema resuelto?, Rev. Neurol 2007, 45: 110-117.
13. Bedia A.R, Manjón RA., Parálisis cerebral y discapacidad intelectual, Cuadernos de parálisis cerebral, Confederación ASPACE, Madrid, España, 2002, pp. 363-394.
14. Poo Arguelles Pilar, Parálisis cerebral infantil, Protocolos diagnóstico-terapéuticos de la AEP, Neurología Pediátrica, 2008, pp 271-277.
15. Hagberg B. Hagberg H., Olowl van Wendt L., The changing panorama of cerebral palsy in Sweden, VII., Prevalence and origin in the birth period, 1987-1990, Acta Paediatr, 1996: 85, 954-960
16. Nelson KB, Parálisis cerebral, K Swaiman, Neurología pediátrica, Principios y prácticas, 2ª ed, Ed. Mosby, Madrid, 1996, 481-499.
17. Malagón VJ., Parálisis cerebral, Medicina, Buenos Aires, 2007, 67 (6/1): 586-592
18. Mc Murria, Tratamiento médico y quirúrgico de la disfonía pediátrica, Clínicas otorrinolaringológicas de Norteamérica, Mc Graw Hill Interamericana, México, 2000.
19. Asenjo C., Pinto R., Características anatómo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia, Rev. Med Clin Condes, 2017, 28 (1) 7-19.

20. Puyuelo M., and Rondal JA, Speech rehabilitation in 10 Spanish speaking children with severe cerebral palsy: A 4 year longitudinal study, *Pediatric Rehabilitation*, April 2005, 8(2): 113-116.
21. Garcia Carcedo P., Garrido Reyes N., *El laboratorio de fonética para el análisis de voz en un caso de parálisis cerebral*, Didáctica (Lengua y literatura), 2003, Vol.15, 55-76.
22. Kwon, Y. H. and Lee, H. Y., Differences of respiratory function in children with spastic diplegic and hemiplegic cerebral palsy, compared with normally developed children. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 2013, 6, 113–117.
23. Hardy J., et al, Management of velopharyngeal dysfunction in cerebral palsy, *Journal of speech and hearing Disorders*, 1969, XXXIV,2, pp 123-137.
24. Hirano, M., *Clinical Examination of Voice*. New York, Springer-Verlag, 1981
25. Portillo M.P., *Evaluación clínica de la voz*, 1a ed, Ed Akadia, Buenos Aires, Argentina, 2016, pp 39-51.
26. Fernandez S., Ruba S., Exploración visual de la laringe. En C. Suarez Nieto, *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, Editorial Médica Panamericana, 2ª ed, 3(170): 2519-2544.
27. Cobeta I., *Otorrinolaringología y patología cervicofacial.*, Alteraciones de la voz y el lenguaje. *Fonocirugía y Rehabilitación vocal*, Ars Medica, Barcelona, 2003, 455-457.
28. Jackson Menaldi, *La voz patológica*, Editorial Medica panamericana, Madrid, España, 2002.
29. Patel, R., Acoustic characteristics of the question-statement contrast in severe dysarthria due to cerebral palsy. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 2003, 46, 1401–1415
30. Teixeira João Paulo, Oliveira C., Lopes C., Vocal Acoustic Analysis- Jitter, Shimmer and HNR parameters, *Procedia Technology* 9(2013) 1112-1122
31. Wetzner H., Schreiber S., Amaro L., Analysis of fundamental frequency, jitter, shimmer and vocal intensity in children with phonological disorders, *Rev. Bras Otorrinolaringol.*, Vol 71, n.5, sep-oct. 2005, 582-588
32. Teixeira João Paulo, Gonçalves A., Accuracy of Jitter and Shimmer Measurements, *Procedia Technology* 16(2014) 1190-1199.
33. Eun Sook Park et als., Acoustic Analysis of Vowel Sound in Children with spastic cerebral palsy, *J Korean Acad Rehab Med* 2007; 31: 103-108.
34. Pennington L., Lombardo E., Steen N., and Miller N., Acoustic changes in the speech of children with cerebral palsy following an intensive program of dysarthria therapy, *Int J. Lang Commun Disord*, January- February 2018, Vol 53, No. 1, 182-195.
35. Rebolledo RC, La problemática de la comunicación en los niños con parálisis cerebral, *Revista de la facultad de Medicina*, Agosto de 2006, Vol.11, No.1, 7-12.
36. Belver G., Desarrollo de la bipedestación y la marcha en parálisis cerebral (diplejia espástica), *reduca*, 2016, 8 (1): 564-638.
37. García- Orellana V., Bego- Volcán V., Morales- Chavez M., Alteraciones bucodentales prevalentes en una población con parálisis cerebral, *Odontología Pediátrica*, 2016, Vol 24, N. 2, 117-124.

38. Giovanni A, Ouaknine M, Garrel R., Fisiología de la fonación, Enciclopedia Médico-Quirúrgica, otorrinolaringología, E- 20-632-A-10
39. Miglore L. Scoopo F., Robey K., Fiberoptic Examination of Swallowing in Children and Young Adults With Severe Developmental Disability, American Journal of speech- language pathology, 1999, Vol. 8, 303-308.
40. Bastian, R. W. et als., The videoendoscopic swallowing study: An alternative and partner to the videofluoroscopic swallowing study. *Dysphagia*, (1993). 8, 359–367.
41. Olthoff A., Woywod C., Kruse E., Stroboscopy Versus High-Speed Glottography: A Comparative Study, *Laryngoscope* 2007, 117:1123–1126.
42. Aswal S., y col., Practice Parameter: Diagnostic assessment of the child with cerebral palsy, Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society, *Neurology*, 2004;62:851–863
43. Yamout, B., al-Zaghal, Z., el-Dahouk, I., Farhat, S., Sibai, A. y Hamdan, A. L., Mean contact quotient using electroglottography in patients with multiple sclerosis. *Journal of Voice*, (2013). 27, 506---511.
44. Calavache Mora CA., Objetividad de la electroglotografía. Aplicaciones clínicas e investigativas en la voz, *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología* (2014), 35(3):134-142
45. Workinger, M. S., Kent, R. D. 1991. Perceptual analysis of the dysarthrias in children with athetoid and spastic cerebral palsy. In: Moore, C. A., Yorkston, K. M., Beukelman, D. R. (eds), *Dysarthria and Apraxia of Speech: Perspectives on Management*. Baltimore, MD: Paul Brookes, 109-126.
46. Fernández-Jaén A, Calleja-Pérez B. La parálisis cerebral infantil desde la atención primaria. *Med Integral*. 2002; 40(4): 148-158.
47. Vorperian H., Kent R., Vowel acoustic space development in children: a synthesis of acoustic and anatomic data, *Journal of speech, language and hearing research*, December 2007, Vol. 50, 1510-1545.
48. Chen L., et als, Acoustic variability in the speech of children with cerebral palsy, *Proceedings of the twenty fourth conference on computational linguistics and speech processing*, 2012.
49. Departamento de Bioestadística, dependiente de la subdirección de Planeación del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra
50. Manual de procedimientos del servicio de foniatría [Internet]. <https://www.pediatrica.gob.mx/>. 2019 [cited 15 November 2017]. Available from: https://www.pediatrica.gob.mx/archivos/normateca/normateca_nis0108.pdf
51. Unidad 104-a Servicio De Audiología y Foniatría [Internet]. <http://www.hgm.salud.gob.mx>. 2019 [cited August 2019]. Available from: <http://www.hgm.salud.gob.mx/interna/unidades/audio/audio.html>
52. Centro de Rehabilitación Infantil (C.R.I.) [Internet]. <https://www.gob.mx>. 2019 [cited August 2019]. Available from: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/825/CRI.pdf>

53. Directorio Médica Sur [Internet]. Directorio médico. 2019 [cited 15 August 2019]. Available from: http://medicasur.com.mx/swb/ms/directorio-medico-ficha?id_persona=1919
54. Parálisis Cerebral Infantil y Estimulación temprana [Internet]. Inr.gob.mx. 2019 [cited August 2019]. Available from: <https://www.inr.gob.mx/r18.html>
55. Foniatría [Internet]. Inr.gob.mx. 2019 [cited 15 August 2019]. Available from: <https://www.inr.gob.mx/c03.html>
56. Manual de Guías Clínicas, Parálisis cerebral, Subdirección de Medicina de Rehabilitación, Junio de 2015, pp.21-75.
57. Manual de Guías Clínicas, Disfagia Orofaringea, Subdirección de Medicina de Rehabilitación, Junio de 2015, pp.2-15.

ANEXO

ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA

DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
No hay cambios en la respuesta del músculo en los movimientos de flexión o extensión	0
Ligero aumento en la respuesta del movimiento en flexión o extensión visible con la palpación o relajación o solo mínima resistencia al final del arco de movimiento	1
Ligero aumento en la respuesta del movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).	1+
Notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente	2
Marcado incremento en la resistencia del músculo; el movimiento pasivo es difícil en la flexión o extensión	3
Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente	4

Rev Mex Neuroci 2002; 3(5): 285-289

ANEXO

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN FUNCIONAL MOTORA GRUESA (GMFCS)

Antes de 2 años	
NIVEL	CARACTERISTICAS
I	<ul style="list-style-type: none"> - Logra sedestación, manos libres para manipular objetos - Gateo en 4 puntos, cambios intermedios→Bipedestación, da pasos asistiendo de muebles - Camina de los 18 meses a los 2 años sin asistencia
II	<ul style="list-style-type: none"> - Logra sedestación pero requiere de apoyo con las manos - Arrastre, puede lograr gateo en 4 puntos, cambios intermedios a bipedestación y dar pasos asistiendo de muebles
III	<ul style="list-style-type: none"> - Logra sedestación con apoyo, giros y arrastre
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Control de cuello. Requieren de soporte de tronco para sentarse. No logran giros a decúbito supino, pueden realizarlos a decúbito prono.
V	<ul style="list-style-type: none"> - Limitación del control voluntario. Incapacidad para mantener la cabeza contra gravedad. - Requieren de asistencia para girar.
2-4 años	
NIVEL	-
I	<ul style="list-style-type: none"> - Logra sedestación con manos libres para manipular objetos - Cambios intermedios a bipedestación sin asistencia - Su medio para desplazarse es caminar sin requerir asistencia
II	<ul style="list-style-type: none"> - Sedestación con equilibrio deficiente cuando ambas manos libres para manipular objetos - Sedestación sin asistencia, logra bipedestación en superficies estables - Se desplazan caminando con uso de dispositivos para la marcha
III	<ul style="list-style-type: none"> - Logra sedestación con asistencia. - Se arrastra o gatea sobre sus manos y rodillas (a menudo sin movimiento recíproco de las piernas) - Camina distancias cortas con dispositivos para la marcha. Requieren de asistencia para cambiar de dirección o girar
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Se mantiene en sedestación con apoyo de sus manos. Frecuentemente requiere de dispositivos para mantener la posición de sedestación y bipedestación. - Se desplazan distancias cortas con giros y arrastre
V	<ul style="list-style-type: none"> - Limitación del control voluntario - El niño es incapaz de sostener la cabeza y el tronco en posiciones anti-gravitatorias - Las funciones motoras están muy limitadas - Los niños no son independientes para su desplazamiento - Requieren de dispositivos con grandes adaptaciones para trasladarse. Necesitan de ayuda para trasladarse.

4-6 años	
I	<ul style="list-style-type: none"> - El niño puede sentarse o levantarse de una silla sin apoyo - Camina dentro y fuera de la casa y sube escaleras. - Puede intentar correr y saltar
II	<ul style="list-style-type: none"> - Se mantiene sentado sin apoyo pero requiere de apoyo de sus brazos para los cambios de posición. - Camina dentro de la casa y en distancias cortas de forma independiente - Sube las escaleras con ayuda de un barandal - No corre ni salta
III	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de dispositivos de asistencia para sentarse - En superficies estables requiere del apoyo de sus brazos para sentarse o levantarse - Requiere de dispositivos de asistencia para caminar distancias cortas. - Necesitan la supervisión de un adulto para subir y bajar escaleras. - En distancias largas y superficies irregulares son transportados.
IV	<ul style="list-style-type: none"> - El uso de dispositivos de asistencia son necesarios para lograr la sedestación - La asistencia de un adulto es necesaria para sentarse y levantarse de una silla o de una superficie estable - Puede caminar distancias cortas con la supervisión de un adulto y se les dificultan los cambios de posición y mantener el equilibrio en superficies irregulares - Pueden lograr el desplazamiento independiente con dispositivos monitorizados.
V	<ul style="list-style-type: none"> - Las limitaciones físicas no permiten el control voluntario del movimiento para mantener la cabeza y el tronco erguidos - Las funciones motoras están muy limitadas - Los niños no son independientes para su desplazamiento - Requieren de dispositivos con grandes adaptaciones para trasladarse. Necesitan de ayuda para trasladarse.
6-12 años	
I	<ul style="list-style-type: none"> - El niño camina dentro y fuera de su casa. Suben y bajan escaleras sin ayuda del barandal - Pueden correr y saltar aunque la velocidad, equilibrio y coordinación sean limitados. - Pueden realizar actividades deportivas
II	<ul style="list-style-type: none"> - Camina dentro y fuera de casa aunque tiene dificultad al recorrer grandes distancias, superficies irregulares, espacios pequeños o mientras cargan objetos - Suben y bajan escaleras con ayuda de un barandal. - Para caminar en exteriores y recorrer grandes distancias requieren de la asistencia de dispositivos para la marcha o de un cuidador.

	<ul style="list-style-type: none"> - Limitación para correr y saltar - Necesitan de adaptaciones para realizar actividades deportivas
III	<ul style="list-style-type: none"> - En interiores y superficies regulares requiere de dispositivos para la marcha - Requiere de un cinturón para mantenerse en sedestación - Necesita de ayuda para los cambios de posición - En distancias largas requiere de dispositivos para la marcha - Sube y baja escaleras bajo supervisión de un adulto y sosteniéndose del barandal. - Puede realizar actividades deportivas con ayuda de dispositivos monitorizados
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de dispositivos de asistencia física o monitorizados para desplazarse dentro y fuera de casa. - Depende de dispositivos para mantenerse sentado y requiere de asistencia para cambios de posición. - Se puede desplazar rodando, arrastrándose o gateando - Su participación en actividades físicas y deportivas es muy limitada aun con asistencia física y dispositivos para la marcha.
V	<ul style="list-style-type: none"> - Las limitaciones físicas no permiten el control voluntario del movimiento para mantener la cabeza y el tronco erguidos - Las funciones motoras están muy limitadas - Los niños no son independientes para su desplazamiento - Requieren de dispositivos con grandes adaptaciones para trasladarse. Necesitan de ayuda para trasladarse.

GMFCS - E & R © 2007 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Doreen Bartlett, Michael Livingston

GMFCS © 1997 CanChild Centre for Childhood Disability Research, McMaster University Robert Palisano, Peter Rosenbaum, Stephen Walter, Dianne Russell, Ellen Wood, Barbara Galuppi (Reference: Dev Med Child Neurol 1997; 39:214-223)

Traducción realizada por: I. Tamara Arellano Martínez (contacto: iarellano@inr.gob.mx), Carlos P. Viñals Labañino y M. Elena Arellano Saldaña; Servicio de Parálisis Cerebral y Estimulación Temprana del Instituto Nacional de Rehabilitación, Ciudad de México, México.

ANEXO
 MANUAL ABILITY CLASSIFICATION SYSTEM (MACS)

NIVEL	CARACTERISTICAS
I	<ul style="list-style-type: none"> - Manipula objetos fácilmente. - En actividades manuales que requieren de velocidad y agudeza pueden tener cierta limitación - Ninguna restricción de la independencia para realizar actividades de la vida diaria
II	<ul style="list-style-type: none"> - Manipula la mayoría de los objetos pero con disminución en la calidad o velocidad de ejecución - Algunas actividades las evita, emplea métodos alternos o las realiza con dificultad - No hay limitaciones para realizar actividades de la vida diaria de forma independiente.
III	<ul style="list-style-type: none"> - Manipula objetos con dificultad. Necesita ayuda para preparar o modificar actividades. - La ejecución es lenta y de calidad y cantidad limitada. - Las actividades se pueden realizar de forma independiente si se organizan y adaptan previamente
IV	<ul style="list-style-type: none"> - Manipula objetos fáciles de usar en situaciones adaptadas - Algunas actividades las realiza con esfuerzo y éxito limitado - Requiere de asistencia continua y equipo adaptado para tener logros parciales de la actividad
V	<ul style="list-style-type: none"> - No manipula objetos - Ejecuta acciones sencillas de forma muy limitada - Necesita de asistencia total.

Eliasson AC, Krumlinde SL, et al. Developmental Medicine and Child Neurology 2006
 48: 549-554.