

404

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SÍNDROME DE APNEA OBSTRUCTIVA EN
PACIENTES PEDIÁTRICOS

T E S I S I N A
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
C I R U J A N A D E N T I S T A
P R E S E N T A N
CLAUDIA ANGÉLICA OVIEDO SÁNCHEZ
MARIBEL GARCÍA LEÓN

DIRECTORA: C. D. PATRICIA MARCELA LÓPEZ MORALES

Patricia Marcela López Morales



MÉXICO, D. F.

MAYO 2001



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.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme la oportunidad de estar aquí y en particular a mi mamá por compartir mis momentos grises y mis horas felices.

A mi tía, a mi hermano y a mis primos por apoyarme y guiarme siempre.

A Carlos por ser mi mejor motivo para continuar adelante.

Maribel García León

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi mamá y a mi abuelita por haberme dado la mejor educación, por todo su amor y sus sabios consejos.

A mis hermanos que sin su apoyo no lo hubiera logrado.

A José Antonio por compartir conmigo estos momentos tan importantes.

Claudia Angélica Oviedo Sánchez

ÍNDICE

1.	ANATOMÍA DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES	1
2.	RESPIRACIÓN	2
2.1	DEFINICIÓN	2
2.2	FISIOLOGÍA	2
2.3	CONTROL DE LA RESPIRACIÓN	3
2.4	FACTORES QUE AFECTAN LA RESPIRACIÓN	3
2.4.1	RESPIRACIÓN PERIÓDICA	3
3.	ESTADOS DEL SUEÑO	4
3.1	DEFINICIÓN	4
3.2	FASES DEL SUEÑO	4
3.3	SUEÑO NO REM	4
3.4	SUEÑO REM	5
3.5	PATRONES DEL SUEÑO	5
3.6	RESPIRACIÓN DURANTE EL SUEÑO	5
4.	SÍNDROME DE APNEA DEL SUEÑO	7
4.1	DEFINICIÓN	7
4.2	ETIOLOGÍA	7
4.2.1	MICROGNATIA	8
4.2.2	MACROGLOSIA	8
5.	DIVERSOS TIPOS DE APNEA	10
5.1	SÍNDROME DE MUERTE SÚBITA DEL INFANTE	10
5.1.1	ALTE	10
5.2	APNEA IDIOPÁTICA	11
5.3	SÍNDROME DE OBESIDAD – HIPOVENTILACIÓN	11

5.4	APNEA POR SOBREDÓSIS MEDICAMENTOSA	12
5.5	APNEA CENTRAL	12
5.6	APNEA OBSTRUCTIVA	13
5.7	APNEA MIXTA	14
5.8	INCIDENCIA	15
6.	SÍNDROME DE APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO	16
6.1	IDENTIFICACIÓN DE PACIENTES CON SAOS	16
6.2	EVALUACIÓN DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES Y EXPLORACIÓN CLÍNICA	16
6.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	16
6.4	CONDICIONES ASOCIADAS CON SAOS	17
6.4.1	ACROMEGALIA	17
6.4.2	SÍNDROME DE DOWN	17
6.4.3	SÍNDROME DE HUNTER	18
6.4.4	SÍNDROME DE HURLER	18
6.4.5	SÍNDROME DE TREACHER COLLINS	18
6.4.6	DISTROFIA MUSCULAR	19
6.4.7	MIASTENIA GRAVE	19
6.4.8	DISTROFIA MIOTÓNICA	19
6.4.9	CONVULSIONES	19
6.5	PRESIÓN SANGUÍNEA	20
6.6	ESTATURA, PESO (INDICE DE MASA CORPORAL) Y TAMAÑO DEL CUELLO	20
6.7	EXPLORACIÓN NASAL	21
6.8	VALORACIÓN CRANEOFACIAL	22
6.9	CAVIDAD ORAL Y OROFARINGE	23
7.	AUXILIARES DE DIAGNÓSTICO	24
7.1	POLISOMNOGRAFÍA	24

7.1.1	MANIFESTACIONES POLISOMNOGRÁFICAS EN SAOS	26
7.2	FLUOROSCOPIA	27
7.3	NASOFARINGOSCOPIA	27
7.4	CEFALOMETRIA	27
7.5	TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA	28
7.6	RESONANCIA MAGNETICA	29
7.7	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES AUXILIARES DE DIAGNOSTICO	30
8.	MANEJO QUIRURGICO Y NO QUIRURGICO EN INFANTES Y NIÑOS CON SAOS	33
8.1	EVALUACION	33
8.2	INDICACIONES PARA CIRUGIA	34
8.3	MANEJO NO QUIRURGICO	35
8.4	MANEJO QUIRURGICO	36
8.4.1	AMIGDALAS Y ADENOIDES	36
8.4.2	NARIZ Y NASOFARINGE	37
8.4.3	LENGUA	38
8.4.4	TRAQUEOSTOMIA	38
8.4.5	ESTUDIOS POSTQUIRURGICO	38
8.5	OPCIONES DE TRATAMIENTO	39
9.	APARATOS BUCALES EN TRATAMIENTO DE RONQUIDOS Y APNEA DEL SUEÑO	40
9.1	RESPIRACION BUCAL	40
9.2	TIPOS DE APARATOS	41
9.3	MECANISMOS DE ACCION	42
9.4	EFICACIA DE LOS APARATOS	42
9.5	EFFECTOS SECUNDARIOS	43
9.6	EVOLUCION DEL PACIENTE	43

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	49
ANEXO 1 (ESQUEMAS)	50
ANEXO 2 (FIGURAS)	55
ABREVIATURAS	59
GLOSARIO	60

INTRODUCCIÓN

En el Síndrome de la apnea obstructiva del sueño la obstrucción del flujo del aire es causada por un colapso faríngeo. Las evidencias comunes sugieren que las alteraciones anatómicas predisponen el colapso faríngeo.

La trayectoria final del Síndrome de la apnea obstructiva del sueño es la obstrucción de las vías aéreas superiores durante la respiración nocturna, la examinación y distribución de dichas vías juega un papel importante en la evaluación del paciente. La examinación minuciosa nos proporciona importante información sobre el sitio de obstrucción durante el sueño, esto nos puede ayudar a una terapia directa. Ésta obstrucción puede ser localizada en una o dos áreas o abarcar el total del pasaje de las vías aéreas incluyendo la cavidad nasal, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe y laringe. Es importante para la evaluación prequirúrgica, la realización de un estudio polisomnográfico para complementar la examinación clínica.

Las técnicas imagenológicas y radiográficas de las vías aéreas superiores son convincentes para el estudio de los mecanismos que sustentan la patogénesis y los biomecanismos de la apnea del sueño. Las modalidades de imágenes incluyen la nasofaringoscopia, cefalometría, tomografía axial computarizada y resonancia magnética.

Los estudios de imágenes nos proporcionan conocimientos sobre la estructura y función de la estática y dinámica de las vías aéreas superiores y el contorno de la estructura de los tejidos blandos durante la vigilia y el sueño, se emplean también para el estudio de los efectos de la respiración, pérdida de peso, reposición mandibular y cirugía de vías aéreas superiores. Las indicaciones clínicas para las imágenes de las vías aéreas son de tal evolución que sólo son considerados en pacientes con apnea del sueño que serán tratados con aplicación dental o cirugía de las vías aéreas superiores.

Los procedimientos quirúrgicos disponibles para corregir el colapso hipofaríngeo y de la base de la lengua incluyen, la osteotomía sagital inferior de la mandíbula y adelantamiento del geniogloso, miotomía y suspensión del hioides, glossectomía, linguoplastia y adelantamiento quirúrgico maxilomandibular.

El Síndrome de apnea obstructiva del sueño en lactantes y niños es uno de los problemas más comunes tratados por el otorrinolaringólogo. Se discuten los estudios de diagnóstico, terapias no quirúrgicas y quirúrgicas y cuidados preoperatorios e indicaciones postoperatorias. Muchos niños tienen un tratamiento exitoso de respiración obstructiva y adenotonsilectomía. Se debe hacer hincapié en la vigilancia del amplio rango de las modalidades del tratamiento, permitiendo así un adecuado manejo de la mayoría de los niños con Síndrome de apnea obstructiva del sueño. Se han desarrollado aparatos bucales que han sido colocados en los pacientes que presentan moderada o marcada apnea del sueño.

Este trabajo examina el papel de las estructuras de la faringe que se elongan y se dilatan durante la apnea obstructiva, y revisa algunos de los aparatos que son efectivos y sus posibles modos de acción.

1. ANATOMIA DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES

Las vías aéreas realizan diferentes funciones fisiológicas que incluyen la deglución, vocalización y respiración, pero las relaciones dinámicas biomecánicas de los músculos permiten que estas funciones puedan ocurrir. Las vías aéreas superiores se dividen en tres regiones en base a una imagen sagital: (1, 2, 3, 4)

1. La nasofaringe. Región entre los cornetes nasales y el paladar duro.
2. La orofaringe. Subdivide en la región retropalatal al paladar duro del paladar blando, y la región retroglotal que es el margen final del paladar blando con la base de la epiglotis.
3. La hipofaringe. Es la región de la base de la lengua al esófago cervical. (1, 2, 3, 4)

En la mayoría de los pacientes con SAOS, el cierre de la vía aérea superior durante el sueño ocurre en las regiones retropalatal y retroglotal de la orofaringe. Varias estructuras de tejido blando forman las paredes anteriores, posteriores y laterales de la orofaringe. La pared anterior de la orofaringe es formada principalmente por el paladar blando y la lengua (ver fig. 1). Los músculos constrictores superior, medio e inferior forman la pared posterior de la orofaringe e hipofaringe. Hay varias estructuras laterales importantes de la vía aérea que incluyen a los maxilares, amígdalas faríngeas, almohadillas faríngeales de tejido adiposo, las paredes laterales de la faringe y los músculos linguales, los supra e infrahioides. (3, 4)

2. RESPIRACIÓN

2.1 DEFINICIÓN

La respiración es un proceso de intercambio de gases que incluye dos procesos:

- La respiración externa que comprende la absorción de O₂ y eliminación de CO₂ del cuerpo como un todo.
- La respiración interna que consiste en la utilización de O₂ y la producción de CO₂ por las células. (1, 2, 3)

2.2 FISIOLOGÍA

La respiración se divide en cuatro procesos funcionales: (1, 2)

- a) Ventilación pulmonar: que significa el flujo del aire, de entrada y de salida, entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.
- b) La difusión del O₂ y del CO₂ entre los alvéolos y la sangre.
- c) Transporte del O₂ y del CO₂, desde la sangre y los líquidos corporales a las células.
- d) Regulación de la ventilación y otras facetas de la respiración. (1, 2)

El aparato respiratorio está formado por un órgano de intercambio de gases (pulmones) y una bomba que ventila los pulmones. La bomba está constituida por las paredes del tórax, los músculos respiratorios (los cuales aumentan o disminuyen el tamaño de la cavidad torácica), los centros cerebelares que controlan los músculos, y las vías y los nervios que conectan al cerebro con los músculos en reposo. Un hombre normal respira 12 – 15 veces por minuto. 500 ml de aire por respiración. O₂ de 6 – 8 lt/min son inspirados y espirados. Éste aire se mezcla con el gas de los alvéolos y, por simple difusión, el O₂ entra a la sangre de los capilares pulmonares,

mientras que el CO₂ pasa a los alvéolos. De ésta manera, 250 ml de O₂/min entran al cuerpo y 200 ml de CO₂ es expulsado del mismo. (1, 2)

2.3 CONTROL DE LA RESPIRACIÓN

El control de la respiración está a cargo del sistema nervioso central y se encuentra dividido funcional y anatómicamente. El tronco del encéfalo regula la respiración automática mientras que la corteza cerebral efectúa la respiración voluntaria. El bulbo raquídeo es el “centro” de la respiración espontánea y forma parte de la médula espinal. (1, 5)

2.4 FACTORES QUE AFECTAN LA RESPIRACIÓN

2.4.1 RESPIRACIÓN PERIÓDICA

En cierto número de situaciones patológicas, existe una alteración de la respiración que se denomina respiración periódica. La persona respira profundamente durante un intervalo y después respira superficialmente o deja de respirar otro periodo, para repetir el ciclo una y otra vez. El tipo de respiración periódica, es la respiración de Cheyne-Stokes, se caracteriza por variaciones rítmicas en la intensidad, observado principalmente en los estados comatosos de origen cerebral, que consiste en el aumento gradual de los movimientos respiratorios hasta un máximo, seguido de un descenso de igual manera gradual que llega a la cesación completa por espacio de 10 a 60 segundos aproximadamente. (3, 5)

3. ESTADOS DEL SUEÑO

3.1 DEFINICIÓN

El sueño se define como un estado de inconsciencia del cual la persona puede ser despertada por estímulos sensoriales o de otro tipo, y no es un estado uniforme sino un modelo cíclico recurrente de períodos en secuencia con una periodicidad.

(4, 6)

3.2 FASES DEL SUEÑO

Existen varias fases del sueño que van desde el sueño muy ligero al sueño muy profundo; también se divide en dos tipos de sueño en base a criterios de conducta que pueden ser registrados en una electroencefalografía, electromiografía y electrooculografía: El sueño REM (movimientos oculares rápidos) o activo, y el sueño no REM (sueño de ondas lentas). La mayor parte del sueño de cada noche es del tipo de ondas lentas; éste es el tipo de sueño tranquilo que la persona experimenta durante la primera hora de sueño. Los episodios de sueño REM ocurren periódicamente en el curso del sueño y ocupa aproximadamente el 25% del tiempo.

(2, 5, 6)

3.3 SUEÑO NO REM

Este sueño es extremadamente reposado y se asocia con un descenso del tono vascular periférico y de otras muchas funciones vegetativas del organismo. Además existe un descenso de entre un 10 y un 30% de la presión arterial, la frecuencia respiratoria y la tasa de metabolismo basal.

La diferencia entre los sueños que se producen en el sueño de ondas lentas y los del sueño REM es que es más probable recordar estos últimos, mientras que habitualmente se olvidan los del sueño de ondas lentas. (2, 3, 5, 6)

3.4 SUEÑO REM

En este tipo de sueño el encéfalo está bastante activo. Sin embargo, la actividad cerebral no se canaliza en la dirección adecuada para que la persona sea plenamente consciente de su entorno. El tono muscular de todo el cuerpo está muy disminuido, la frecuencia cardíaca y respiratoria se hacen irregulares, lo que es característico del estado de ensoñación. (2, 3, 5, 6)

3.5 PATRONES DEL SUEÑO

El sueño no REM se subdivide en cuatro periodos de progresiva profundización del sueño. De los cuales, los más profundos son los 3 y 4, y los periodos menos profundos son el 1 y 2. Al dormir usualmente iniciamos con el sueño de ondas lentas ingresando en el estadio 4 en el curso de los primeros 45 minutos, para después experimentar los primeros episodios breves de sueño REM. A medida que seguimos dormidos, los periodos de onda lenta y REM se alternan, con la desaparición de los estadios 3 y 4. El sueño modifica sus patrones durante la vida de un individuo. (5, 6)

Los neonatos normales duermen aproximadamente las dos terceras partes del día, y la mitad de ese tiempo se encuentra ocupado por REM. Al llegar a los 10 años de edad y a partir de entonces, el REM representa alrededor de una cuarta parte del tiempo total del sueño. (5, 6)

3.6 LA RESPIRACIÓN DURANTE EL SUEÑO

Durante los periodos menos profundos del sueño (1 y 2) del sueño de onda corta, el modelo de la respiración es irregular y periódico. Varía el volumen habitual y la frecuencia respiratoria y puede haber breves episodios de apnea relacionados con el tipo de respiración de Cheyne-Stokes. Los cambios del modelo de respiración corresponden a las fluctuaciones entre la vigilia y el sueño. (3, 5, 6, 7)

Durante el sueño no REM se mantienen las respuestas ventilatorias a los estímulos respiratorios clásicos como la hipoxia, hipercapnia e insuflación pulmonar. La respiración durante el sueño REM y es irregular y en forma característica, pero no periódica, con breves periodos de apnea de hasta 15 a 20 segundos o más en niños y periodos de 10 segundos en neonatos. A menudo la respiración irregular coincide con accesos de REM y otra actividad muscular, el movimiento de la pared torácica es paradójico y hay notables fluctuaciones del tono del músculo liso de las vías aéreas, debido a la variación de las concentraciones de O₂ y CO₂ en el flujo del aire. A diferencia del sueño no REM depende de mucho, la respiración durante el sueño REM depende mucho menos de los estímulos químicos. (2, 6)

4. SÍNDROME DE APNEA DEL SUEÑO

4.1 DEFINICIÓN

El Síndrome de apnea del sueño se define por la presencia de más de 30 accesos apneicos de más de 15 segundos durante el sueño nocturno asociado con despertar frecuente y a menudo con una deficiencia del sueño de onda lenta. Por lo común las pausas apneicas tienen una duración de 15 a 120 segundos aunque se han observado episodios hasta de 3 minutos; el ciclo de apnea, asfixia, despertar y reanudación de la respiración puede repetirse varios cientos de veces cada noche, y así transcurrir hasta un 50% del sueño en estado de apnea. Durante una pausa apneica, hay hipoxia progresiva, hipercapnia, aumento de las presiones arteriales, pulmonar y sistémica, y bradicardia sinusal y otras arritmias cardíacas. (5)

Esta condición se manifiesta en la forma de un síntoma breve y sin consecuencias, a menudo en la forma de una obstrucción palatinoglótica que conduce a los ronquidos. (5)

4.2 ETIOLOGÍA

Diferentes alteraciones como el síndrome de muerte súbita del infante, lesiones del tronco del encéfalo y de la médula cervical superior, síndrome de hipoventilación primaria o idiopática, síndrome de obesidad - hipoventilación, hipertrofia adenoamigdalina y anomalías estructurales del mentón, han sido vinculadas con una secuencia fisiopatología común de este síndrome, también macroglosia, micrognatia y algunos síndromes de tipo genético. (5)

4.2.1 MICROGNATIA

Generalmente se considera una anomalía congénita, pero también puede ser adquirida en el transcurso de la vida. La mandíbula frecuentemente es la más afectada. La causa de la micrognatia congénita es desconocida, no obstante, la deficiente nutrición de la madre, lesiones intrauterinas y traumatismos pueden ser posibles causas. Los niños con micrognatia mandibular tienen dificultad para respirar y episodios de cianosis y deben ser mantenidos en posición ventral el mayor tiempo posible. La porción anterior de la mandíbula está ubicada tan atrás que la lengua tiene poco o ningún soporte y puede caer hacia atrás, provocando una obstrucción. (7, 8, 9)

En la mayor parte de los casos de micrognatia congénita, el incremento del crecimiento mandibular en relación con el crecimiento facial total es suficiente para superar la excesiva posición retrógnata de la mandíbula al momento del nacimiento. Como el crecimiento de la mandíbula continúa hasta la adolescencia tardía, es posible esperar un perfil estéticamente agradable en la edad adulta. (7, 10, 11, 12)

La micrognatia adquirida puede producirse gradualmente y no evidenciarse hasta los 4 a 6 años de edad. La anquilosis de la mandíbula provocada por una lesión durante el parto o un traumatismo posterior en el transcurso del crecimiento de la cabeza del cóndilo y en algunos casos llegar a una anquilosis verdadera de la mandíbula, donde sería necesario realizar una artroplastía como tratamiento. (7, 10, 11, 13)

4.2.2 MACROGLOSIA

Se refiere a un tamaño de la lengua más grande de lo normal, la causa puede ser congénita o adquirida. La macroglosia congénita, causa un crecimiento exagerado de la musculatura lingual, y se hace más notoria a medida que el niño se desarrolla. La lengua de un tamaño mayor a lo normal es característica del cretinismo, en cuyo caso

5. DIVERSOS TIPOS DE APNEA

- Síndrome de muerte súbita infantil
- Apnea idiopática
- Síndrome de obesidad – hipoventilación
- Apnea por sobredosis medicamentosa
- Apnea central
- Apnea obstructiva
- Apnea mixta

(6, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20)

5.1 SÍNDROME DE MUERTE SÚBITA EN INFANTES (SIDS)

Se produce en lactantes menores de un año. Es la causa principal de muerte entre la primera semana y el primer año de edad. La incidencia máxima corresponde a niños de 2 a 4 meses, todavía no se ha dilucidado su causa. El SIDS participa en la apnea del sueño, sin embargo, tratar la apnea no ha producido disminución considerable de los índices del síndrome. (6, 14, 15)

5.1.1 ALTE

Se define probable episodio potencialmente mortal. Es un suceso de comienzo repentino caracterizado por un cambio de color (cianosis o palidez) y del tono muscular (laxitud, y pocas veces rigidez) y apnea que requiere intervenciones de consideración (sacudidas vigorosas y RCP) para reanimar al lactante y restaurar la respiración normal. Los lactantes normales sin aumento del peligro del SIDS ni apnea, pueden tener pausas respiratorias durante el sueño de hasta 15 segundos de duración. (14, 15, 16)

5.2 APNEA IDIOPÁTICA

La apnea idiopática suele estar relacionada con la premadurez, y no implica anormalidad anatómica de fondo. En contados casos se identifica en neonatos prematuros y a término una neuropatología subyacente.

La apnea de la premadurez suele resolverse hacia las 36 semanas de edad posconcepcional; no obstante, algunos neonatos prematuros continúan padeciendo apnea idiopática que requiere vigilancia así como tratamiento posterior. Se cree que en algunos casos la apnea puede persistir durante todo el transcurso de la lactancia y puede poner al niño en un riesgo aumentado de muerte súbita infantil. (17, 18). Ver esquema 1.

5.3 SÍNDROME DE OBESIDAD - HIPOVENTILACIÓN

Existen varias razones para creer que el síndrome de obesidad-hipoventilación debería clasificarse como otro miembro de la familia de los síndromes de apnea del sueño, clínicamente se caracteriza por una extraordinaria obesidad, somnolencia, plétora, hipertrofia cardíaca y edema. Los hallazgos de laboratorio comprenden policitemia y anomalías de la función respiratoria. (5)

En pacientes con éste síndrome se ha presentado tanto apnea obstructiva como central, sobre todo la del primer tipo, manifestándose con numerosos episodios apneicos que ocasionan hipersomnolencia por el despertar frecuente y privación del sueño. En consecuencia, las anomalías fisiopatológicas del síndrome de apnea del sueño se superponen a las anomalías mecánicas y de intercambio gaseoso de la obesidad. (5)

5.4 APNEA POR SOBREDOSIS MEDICAMENTOSA

La sobredosis medicamentosa auto inducida o sobredosis accidental como causa de apnea se ha convertido en un problema cada vez menor desde que las benzodiazepinas reemplazaron a los barbitúricos como drogas sedantes de rutina.

Los niños demuestran una tolerancia reducida a la obstrucción respiratoria por ello la apnea súbita es motivo de mayor preocupación en el grupo pediátrico. Los niños con historial de apnea durante el sueño no son buenos candidatos para la sedación consciente. El efecto y la duración de las drogas en el cuerpo es mucho más variable en niños con los agentes más lipofílicos y puede haber retención más prolongada, especialmente en niños obesos. (5, 10)

5.5 APNEA CENTRAL

También llamada primaria, es un fenómeno poco común que puede aparecer después de una enfermedad de la protuberancia bulbar como ocurre en el caso de la poliomielitis, esclerosis múltiple, o tumores locales. Esta condición también puede aparecer después de intentos quirúrgicos para seccionar la médula espinal y que accidentalmente interrumpen las vías respiratorias descendentes. En algunos casos no es posible hallar ninguna causa. (5, 19)

En ésta condición, la depresión reticular del sueño no REM altera adicionalmente a un mecanismo de control respiratorio que ya era hipofuncional. En consecuencia, la respiración comienza siendo irregular (atáxica), luego muestra pausas cada vez más prolongadas y finalmente se detiene. Afortunadamente la elevación de los niveles sanguíneos de CO₂ usualmente estimula a los pacientes, quienes despiertan respirando agitadamente. También se han observado casos menos afortunados, y se cree que una condición menos similar en los lactantes sería responsable de ciertos casos de muerte inexplicable durante el sueño. Se manifiesta no sólo por la falta de flujo aéreo sino también por la cesación simultánea de los esfuerzos respiratorios,

esto se puede demostrar con el registro de la presión esofágica o electromiografías diafragmáticas que sugieren la existencia de un trastorno primario de la producción del ritmo respiratorio, esto concuerda con la observación de que a menudo se produce apnea central en pacientes con alteraciones neurológicas que abarcan el tronco del encéfalo o la médula cervical superior. Los pacientes con apnea central refieren insomnio nocturno, que puede ser diagnosticado erróneamente como ansiedad o depresión. (5. 19)

5.6 APNEA OBSTRUCTIVA

En este tipo de apnea los esfuerzos respiratorios están mantenidos y hasta pueden ser intensos, pero no existe flujo de aire. Esta combinación indica el cierre completo de la vía aérea, aún cuando no se conozca el sitio exacto de la obstrucción. Las apneas obstructivas del sueño se producen típicamente en personas que tienen comprometidos los pasajes aéreos superiores por obesidad, hipertrofia de amígdalas y adenoides, macroglosia o micrognatia. (5. 20)

El estrechamiento anatómico por si solo es suficiente para causar apnea, y el cierre de la vía aérea es causado por relajación anormal durante el sueño de los varios músculos que normalmente funcionan activamente para mantener la permeabilidad de la vía aérea superior. Los registros electromiográficos del geniogloso que se contrae durante cada inspiración traccionando la lengua hacia delante y abriendo la vía aérea superior, son anormalmente silenciosos en pacientes durante la apnea del sueño por obstrucción. Los pacientes con apnea obstructiva casi siempre tienen somnolencia patológica durante el día, que puede ser interpretada como narcolepsia. (5. 20)

Dos de las características de la apnea obstructiva son los fuertes ronquidos que anteceden al síndrome manifiesto durante años y se desarrolla una periodicidad cíclica durante la apnea cuando se produce el silencio, y el comportamiento anormal

del sueño, con despertar frecuente y a menudo ruidoso. Se cree que la hipersomnolencia está relacionada con la privación crónica del sueño, sobre todo en los periodos más profundos del sueño. (5, 20)

Las consecuencias serias de la privación del sueño son las alteraciones de la personalidad y deterioro intelectual. La hipertensión pulmonar aguda durante la apnea del sueño es consecuencia de vasoconstricción arterial pulmonar secundaria a la hipoxia alveolar. (5, 20) Ver esquema 2.

5.7 APNEA MIXTA

A veces denominada apnea del sueño secundaria, se observa con mayor frecuencia en los sujetos del sexo masculino, moderadamente obesos, de edad mediana. La patogenia de éste trastorno radica más en el colapso de una vía aérea comprometida por un exceso de grasa combinado con una sedación excesiva que de un trastorno neurológico. (5, 15, 21)

Es posible observar una apnea del sueño secundaria de mayor importancia clínica en los sujetos con una obesidad marcada, en quienes existen varios factores que contribuyen a provocar una combinación de obstrucción durante el sueño frecuente y una aparente inestabilidad central de la retención del CO₂ y la hipoxemia como estimulantes respiratorios. El resultado de estas alteraciones puede ser una somnolencia del tipo narcoléptico durante el día y a veces confusión acompañadas por indicios de insuficiencia cardiopulmonar irreversible. (5, 15, 21)

5.8 INCIDENCIA

La obstrucción dentro de las vías respiratorias superiores se ha encontrado localizada en el interior de la faringe, pero esto puede variar. El 93% de las apneas ocurren dentro de la faringe, a nivel de la faringe el 1% y tanto en la laringe como en la faringe el 6%.

La apnea mixta es el tipo más comúnmente observado en infantes, y consiste en esfuerzos inspiratorios obstruidos, así como en una pausa central de 2 o más segundos de duración. En la apnea obstructiva las respiraciones obstruidas continúan durante el transcurso total de la apnea. En la apnea central, los esfuerzos inspiratorios cesan totalmente y no se observan respiraciones obstruidas. La apnea mixta representa del 53 al 71% de todas las apneas, la apnea obstructiva del 12 al 20% y la apnea central del 10 al 25%.

6. SINDROME DE APNEA OBSTRUCTIVA DEL SUEÑO

6.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PACIENTES CON SAOS

El síndrome apnea obstructiva del sueño (SAOS) es una enfermedad compleja y su etiología es multifactorial y pocamente entendida. Los procesos de esta enfermedad tienen una trayectoria común, ya sea por causas neurológicas, musculares, anatómicas o de otra etiología, y el resultado final es la obstrucción de las vías aéreas durante el sueño. La exploración anatómica de las vías aéreas superiores juega un papel central en la evaluación del paciente. (22, 23, 24, 25)

6.2 EVALUACIÓN DE LAS VÍAS AÉREAS SUPERIORES Y EXPLORACIÓN CLÍNICA

En la examinación de los pacientes con SAOS donde no hay restricción de las vías aéreas superiores, existen otros procesos anatómicos y fisiológicos que son importantes en el manejo de pacientes con esta enfermedad por ejemplo, la presión sanguínea alta o baja es crítica en la evaluación general. Es primordial la cooperación del paciente, ya que es de gran importancia el mantenimiento de la presión sanguínea y la condición médica general; se pueden aclarar otras causas de apnea, tales como el incremento en el consumo de alcohol, aumento de peso y condiciones metabólicas, el grado de estas condiciones iguala o exagera los síntomas de la apnea. La depresión, insomnio y el uso de fármacos sedantes son ejemplo de otros datos importantes que pueden ser obtenidos de la primera exploración clínica. (22, 23, 24, 25)

Conceptualmente las vías aéreas están compuestas por hueso semirígido y estructura cartilaginosa con tejidos blandos adheridos, porque el trayecto de las vías aéreas comienza desde la nariz y los labios y termina en la laringe, en una completa revisión de las vías aéreas superiores, se evalúa la longitud total de la región anatómica incluyendo la estructura de los tejidos blandos. Esto puede recordarnos que la distribución real de las estructuras no necesariamente iguala la apariencia o

funcionamiento de éstas durante el sueño. De este estado dependen los cambios dinámicos y fisiológicos de las vías aéreas durante el sueño y representa una limitación mayor en la examinación definitiva. No obstante ésta examinación provee información importante a cerca del sitio de obstrucción potencial durante el sueño, que nos puede ayudar para una terapia directa. (22. 23. 24. 25)

6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Numerosas características generales de los pacientes con SAOS son evidentes en la exploración clínica, tales como la obesidad, macroglosia, micrognasia, e hipoplasia maxilar. Muchas de estas características pueden reflejar la existencia de un síndrome genético y la identificación de éstos síndromes juega un papel importante en la evaluación y tratamiento de estos pacientes. (22. 23. 24. 25)

6.4 CONDICIONES ASOCIADAS CON SAOS

6.4.1 ACROMEGALIA

Enfermedad crónica caracterizada por el aumento de volumen de los huesos y partes blandas de las manos, pies y cara. Es producida por una disfunción de la hipófisis. (5. 6. 7. 8)

6.4.2 SÍNDROME DE DOWN

Alteración cromosómica congénita caracterizada por un cromosoma adicional en el par 21 (la no disyunción y translocación) generando 3 tipos de trisomía 21 (regular, mosaicismo y translocación) que se caracteriza por la presencia de cardiopatías entre las cuales se encuentran comunicación interventricular, persistencia del conducto arterioso, estenosis pulmonar, hipertensión arterial pulmonar, le siguen las alteraciones del tracto digestivo como la fístula traqueoesofágica, la estenosis

pilórica, páncreas anular, ano imperforado; las manifestaciones bucodentales incluyen cráneo braquicefálico, perfil facial plano, hipoplasia del tercio medio facial, hipotonicidad muscular, fisuras parpebrales oblicuas, labios fisurados, lengua hipertrófica papilar, diastesis lingual, paladar en escalón, susceptibilidad a enfermedad periodontal, bruxismo, microdoncia, agenesia dental, retención prolongada, erupción retardada, mordida abierta anterior y mordida cruzada, macroglosia y micrognatia. (5, 6, 7, 8)

6.4.3 SÍNDROME DE HUNTER

Síndrome debido a trastorno hereditario en el metabolismo de los mucopolisacáridos, se caracteriza por tener evolución benigna y heredarse de forma recesiva ligada al cromosoma X. (5, 6, 7, 8)

6.4.4 SÍNDROME DE HURLER

Trastorno metabólico de los mucopolisacáridos que provoca diversas deformaciones por lo que ha recibido el nombre de gargolismo. Presenta facies características con frente prominente, dorso nasal deprimido, macroglosia y dientes espaciados, enanismo, mano ancha y corta y dedos cortos, sordera, retraso mental y malformaciones cardíacas. Se hereda en forma autosómica recesiva. (5, 6, 7, 8)

6.4.5 SÍNDROME DE TREACHER COLLINS

Malformación congénita de los párpados con anomalías asociadas de los huesos maxilares y retrognasia mandibular con exagerada verticalidad de la cara, orientación anormal de los músculos elevadores mandibulares lo que provoca una rotación hacia abajo del patrón de crecimiento de la mandíbula; presenta hipoplasia maxilar y del oído medio y externo, en la expresión completa del síndrome la cara parece “cara de

pájaro o de pescado”. Se observa también paladar hendido, dientes separados produciendo maloclusión. (5, 6, 7, 8)

6.4.6 DISTROFIA MUSCULAR

Atrofia progresiva de los músculos sin lesión aparente de la médula espinal. (5, 6, 7, 8)

6.4.7 MIASTENIA GRAVE

Afección muscular caracterizada por la aparición de un grado anormal de debilidad muscular en los músculos voluntarios a consecuencia de su activación repetida o retención prolongada con tendencia a la recuperación de la fuerza muscular después de un periodo de reposo. (5, 6, 7, 8)

6.4.8 DISTROFIA MIOTÓNICA

Forma de atrofia muscular lentamente progresiva que ataca determinados músculos y se caracteriza por la relajación tardía de las contracciones musculares. (5, 6, 7, 8)

6.4.9 CONVULSIONES

Contracciones violentas e involuntarias de la musculatura estriada del cuerpo, pueden ser tónicas o clónicas, de origen cerebral o espinal, continua o discontinua, secundaria a un mecanismo epiléptico. (5, 6, 7, 8)

Ocasionalmente en los síntomas del SAOS puede ser que se presenten síntomas de uno de estos síndromes. Uniendo la exploración física con la identificación de los síntomas descritos de estos pacientes se evitan malos resultados, tratamientos innecesarios y un mejor servicio al paciente. (5, 6, 7, 8, 22, 23, 24, 25)

6.5 PRESIÓN SANGUÍNEA

La evaluación de la presión sanguínea se realiza en pacientes que están bajo observación de SAOS. Múltiples estudios epidemiológicos asocian la hipertensión sistémica con SAOS, pero hay variables en donde podemos confundirnos, como la obesidad, que puede representarnos dificultad para separarla de los desordenes primarios. (1, 2, 22)

Existe una relación experimental entre los desordenes respiratorios del sueño y la hipertensión sistémica. Esto fue demostrado en estudios con animales en donde la apnea fue inducida experimentalmente y ésta apnea incrementó no sólo la presión sanguínea nocturna sino también la presión sanguínea durante el día. Al parecer éste mecanismo puede crear un incremento en el nivel de catecolamina a lo largo del día y la noche en relación con los desordenes respiratorios del sueño. La reversión de la apnea reduce los niveles generales de catecolamina dando como resultado la reducción de la presión sanguínea. La reevaluación de los requerimientos farmacológicos después de un tratamiento exitoso de SAOS puede ser modificada para evitar toda medicación innecesaria. (1, 2, 22)

6.6 ESTATURA Y PESO (ÍNDICE DE MASA CORPORAL) Y TAMAÑO DEL CUELLO

El registro de rutina de la estatura, peso y tamaño del cuello son elementos clave en la evaluación de pacientes con sospecha de SAOS. Muchos autores registran la estatura y el peso actual, el peso de un año atrás, 5 años anteriores a la visita y el tamaño del cuello en el límite de la membrana cricotiroidea. Los cambios en estos parámetros comúnmente demuestran los síntomas de SAOS. El registro de la obtención del peso reciente y los cambios en el tamaño del cuello no solo provee al médico de indicios para las causas de SAOS, sino que también puede proveer al paciente conocimiento de la evolución de esta enfermedad. Numerosos estudios han

demostrado que la obesidad y el tamaño del cuello están relacionados con la presencia de apnea. (24, 25)

6.7 EXPLORACIÓN NASAL

La examinación nasal es importante por varias razones. La nariz sirve de entrada al flujo aéreo durante el sueño. Un incremento de la resistencia nasal puede resultar en un incremento de la presión negativa de la faringe hasta el punto de contribuir un colapso faríngeo. La nariz sirve como interface de la presión positiva continua de las vías aéreas (CPAP) La complicación de la CPAP es un problema significativo en pacientes con apnea del sueño. En la exploración, el médico debe tomar en consideración, algunas variaciones anatómicas que puedan obstruir la CPAP, tales como el colapso de la válvula nasal y la desviación del tabique. (26)

La exploración externa de la nariz comienza con la medición y observación de sus funciones, principalmente, la desviación del hueso piramidal o dorsal, lo que puede significar una degeneración interna o un trauma previo. La estrechez de la nariz, asimetría de los tejidos blandos, y colapso de la válvula nasal son notorios. Cada una de estas anomalías o características pueden causar la restricción del flujo aéreo y un incremento en la resistencia nasal lo que contribuye a la apnea y los ronquidos. (26)

La exploración interna de la nariz se realiza en el paciente con la cabeza ligeramente inclinada hacia atrás para inspeccionar la apertura nasal. La estenosis de las narinas, ya sea congénito o adquirido puede contribuir a la restricción de la respiración nasal. Para procedimientos de inspección más amplios se realiza la exploración con un espejo. El tabique puede ser inspeccionado ampliamente así como una desviación de éste, hipertrofia de los cornetes nasales, y las vías aéreas nasales por su parte interna se puede observar cambios en la mucosa tales como edema, rinitis, eritema, y la presencia de descamación, palidez, cambios en la coloración nasal pueden ser vistos

fácilmente. Los pólipos nasales son identificados también. Éste tipo de exploraciones son realizadas con fibra óptica flexible (nasofaringoscopia). (26)

6.8 VALORACIÓN CRANEOFACIAL

El perfil del paciente es lo primero que se observa para proveer una idea de la posición relativa de la mandíbula y el maxilar, los cuales proveen el soporte anterior de las vías aéreas superiores. Las relaciones anormales en el esqueleto facial pueden ser observadas con la medición y exploración de la mandíbula, el maxilar y oclusión dental. Todas las mediciones en la consulta son realizadas en la posición del plano horizontal de Frankfort, la línea articular superior va del canal auditivo externo al borde infraorbital en posición paralela al piso. (24)

La exploración clínica del esqueleto craneofacial utiliza la oclusión y los tejidos blandos como rasgos sobresalientes para dar una estimación de la posición ósea y es utilizado clínicamente en una evaluación más amplia para identificar las áreas estrechadas de las vías aéreas. (24)

Radiográficamente se utiliza una lateral de cráneo, esta es ideal para una evaluación exacta y reproducible del esqueleto facial. La evaluación cefalométrica no es necesaria en todos los pacientes, sin embargo, pueden ser utilizadas en la evaluación de pacientes con desproporciones ortognáticas, considerándolo para aplicación dental, y en pacientes con una severa apnea obstructiva donde el tratamiento quirúrgico es necesario. (24)

El retrognatismo es especialmente importante, esta posición mandibular posterior causa que la lengua y los tejidos blandos de la faringe sean más desplazados posteriormente, predisponiendo a un SAOS. (24)

6.9 CAVIDAD ORAL Y OROFARINGE

Es de gran importancia la exploración cuidadosa de la cavidad oral y la orofaringe en pacientes con apnea obstructiva. Numerosas técnicas imagenológicas, incluyendo la tomografía computarizada y la resonancia magnética han demostrado que esta obstrucción de las vías aéreas superiores durante el sueño ocurre en las regiones retropalatal y retroglotal. Esto confirma la importancia de la estructura de los tejidos blandos de la cavidad oral y la orofaringe en el colapso de las vías aéreas durante el sueño y la importancia de una evaluación exacta de estas estructuras en el examen clínico. (9, 10, 24, 25, 26)

La inspección de éstos sitios nos da una idea de su contribución en la obstrucción durante el sueño de cada paciente, y muchos de los procedimientos quirúrgicos para prevenir SAOS son realizados en estas zonas anatómicas, la exploración puede darnos un conocimiento especial de la corrección anatómica de las deformidades. La exploración de la cavidad oral comienza con la inspección de la posición relativa de la lengua y el paladar. La pared posterior de la faringe a menudo es ocultada por el traslape de estas dos estructuras. La posición posterior o anterior de la lengua de algún modo oculta la pared posterior de la faringe muy notoriamente. (9, 10, 24, 25, 26)

El tamaño de la lengua puede ser dificultad para calibrar la cavidad, sin embargo la exploración puede ser realizada con la lengua relajada usando el plano oclusal de los dientes mandibulares como punto de referencia. Si la lengua se sitúa muy por debajo del nivel del plano oclusal, se estima que la lengua es de tamaño normal. Si la lengua se sitúa por encima del plano oclusal, se describe como mediana, moderada o severa elongación, estas son dimensiones subjetivas. Un paladar profundo puede estar presente en pacientes con SAOS. La exploración de la orofaringe incluye el paladar blando, tonsilas, úvula y paredes de la faringe. El paladar blando tiene una configuración altamente variable, y para su exploración se puede utilizar la nasofaringoscopia con fibra óptica flexible. (9, 10, 24, 25, 26). Ver figura 2, 3 y 4.

7. AUXILIARES DE DIAGNOSTICO

La patogénesis de la apnea obstructiva del sueño se entiende a pesar de la alta incidencia de este desorden. Las modalidades de los auxiliares de diagnóstico, mantienen una visión en la base biomecánica en el SAOS y los mecanismos que están por debajo de la eficacia de varias intervenciones terapéuticas tales como el CPAP, pérdida de peso, aparatos dentales y la cirugía para este desorden. Una alta resolución de la información anatómica sobre la estructura y función de la vía aérea superior y las estructuras de los tejidos blandos se obtienen con técnicas de imagenología moderna. En particular, la resonancia magnética y la tomografía computarizada que permiten realizar un examen anatómico preciso de estas zonas anatómicas. Adicionalmente las técnicas imagenológicas nos han permitido estudiar cambios dimensionales en la vía aérea superior, los tejidos blando y las estructuras óseas durante la respiración, el sueño y el cierre de la vía aérea. (6. 7. 14. 15. 19. 27. 28. 29)

Las indicaciones clínicas para que sean realizados los auxiliares de diagnóstico están enfocadas en la anatomía de la vía aérea superior, para realizar las revisiones de rutina, la patogénesis, el tratamiento, y genética de la apnea obstructiva del sueño. (6. 7. 14. 15. 19. 27. 28. 29)

7.1 POLISOMNOGRAFÍA

El neumograma pediátrico es un método nuevo y simple para detectar y cuantificar la apnea en los lactantes. El término neumograma o neumocardiograma se refiere generalmente a registros en dos canales de los movimientos de la pared torácica y de la frecuencia cardiaca.

Estudios más amplos con neumogramas son conocidos también como registros poligráficos de canales múltiples o polisomnografías que permiten el registro de parámetros fisiológicos durante el sueño y la vigilia, también permite la detección de convulsiones relacionadas con la apnea. (6. 14. 15. 27)

La polisomnografía nocturna es necesaria para confirmar la presencia y severidad de los desordenes respiratorios durante el sueño. Las variables más importantes que denotan la severidad de la obstrucción son: el índice de apnea, índice de hipopnea, índice de trastornos respiratorios, y la baja saturación de oxihemoglobina. Es esencial que los estudios determinen los índices de hipopnea, porque algunos pacientes presentan un índice de apnea bajo y un índice de trastornos respiratorios significativamente elevado. (6, 14, 15, 27).

Tanto en neonatos como en los lactantes se ha comunicado que en la apnea resulta más común en el sueño de movimientos oculares rápidos (REM). El sueño REM es la etapa predominante de sueño en los prematuros y disminuye con la edad. (6, 14, 15, 27)

Además de los parámetros descritos, se han estudiado otras variables fisiológicas que se pueden integrar en los sistemas de registro de canales múltiples. Incluyen velocidad de evaporación de la piel, temperatura cutánea, presión de succión y deglución, función esofágica y potenciales acústicos del tallo encefálico. (6, 14, 15, 27)
Ver figura 5 y Esquema 3.

7.1.1 MANIFESTACIONES POLISOMNOGRAFICAS EN SAOS

Manifestaciones Polisomnográficas	Síntomas clínicos	Anormalidades anatómicas / funcionales
Cese o disminución del flujo del aire nasal / bucal	Apnea Hipopnea	Macroglosia
Esfuerzos respiratorios continuados, con obstrucción parcial del flujo de aire	Sueño intranquilo Ronquidos	Hipertrofia adenoamigdalina
Bradycardia / desaturación de O ₂	Cianosis Apnea	Laringomalacia
Cese del flujo de aire	Estridor Ronquidos	Subglotitis Estenosis
Descenso del pH esofágico asociado con disminución del flujo de aire	Vómito Irritabilidad después de la alimentación Apnea en vigilia	Reflujo gastroesofágico
Desaturación de O ₂	Episodios cianóticos	Retención de La respiración
Disminución del flujo de aire	“Berrinches”	

(6)

7.2 FLUOROSCOPIA

La fluoroscopia ha sido usada para estudiar el cierre de la vía aérea superior durante el sueño en pacientes con apnea del sueño, y se ha demostrado en la mayoría de los pacientes el colapso ocurre en la región retropalatal. La fluoroscopia proporciona una evaluación dinámica de la vía aérea superior durante la vigilia y potencialmente durante el sueño, mediante exposiciones de radiación. (31)

7.3 NASOFARINGOSCOPIA

La nasofaringoscopia normalmente es una técnica comúnmente realizada por otorrinolaringólogos para evaluar los conductos nasales, orofaringe y las cuerdas vocales. La técnica se realiza fácilmente y no involucra exposición con radiaciones aunque es invasiva. Los pólipos nasales, adenoides agrandadas y la desviación del tabique nasal pueden ser examinados eficazmente. Esta técnica nos permite la observación directa de la apariencia dinámica de la faringe y se ha empleado en varios estudios de investigación para evaluar los cambios fisiológicos de una vía aérea hipotónica y los diferentes estados dependen de los cambios de las vías aéreas en los pacientes con apnea central y obstructiva, y el efecto de varias opciones de tratamiento incluyen los aparatos de posición dental y mandibular, pérdida de peso y la UPPP para modificar el calibre de la vía aérea.

La nasofaringoscopia, examina solo el lumen de la vía aérea superior, y no proporciona medidas de las estructuras de los tejidos blandos circundantes. (32)

7.4 CEFALOMETRÍA

La cefalometría es una radiografía lateral estandarizada de la cabeza y el cuello, para examinar la vía aérea superior, las estructuras de tejido blando y óseo. Esta técnica es ampliamente utilizada, de fácil realización y menos caro que la TAC y RM. La cefalometría, sin embargo, debe realizarse con la cabeza estabilizada y la radiografía

debe tomarse al momento final de la espiración, por que el calibre de la vía aérea superior puede ser afectado por el ciclo respiratorio. Puede ser útil para la cuantificación craneofacial (posición de la mandíbula y el hioides) y las estructuras de tejido blando(lengua y paladar blando) en pacientes con anomalías faciales como retrognasia o micrognasia. También han sido utilizadas las cefalometrías para evaluar la estructura del esqueleto antes de una cirugía facial (avance mandibular, avance bimaxilar y la genioplastía), además las cefelometrías pueden ser útiles en la evaluación de la eficacia de aparatos orales. (7, 10, 29)

Se ha demostrado que los pacientes con SAOS presentan maxilares pequeños, una vía aérea posterior estrecha, macroglosia, paladar blando agrandado, una posición inferior del hioides y una posición retruida del maxilar, estos también son factores de riesgo para el SAOS en pacientes no obesos que sufre desordenes respiratorios del sueño. A pesar de los números estudios cefalométricos las diferencias examinadas de las estructuras craneofaciales entre los pacientes normales y apneicos, se encontró solo una variable cefalométrica, la longitud del cuerpo mandibular, se demostró una relación significativa en comparación con los pacientes de SAOS. (7, 10, 29)

La cefalometría no puede mostrar datos dimensionales, ni volumétricos; proporciona información limitada sobre las estructuras anteroposteriores y ninguna información sobre las estructuras laterales; no puede realizarse dinámicamente o durante el sueño. (7, 10, 29) Ver esquema 4.

7.5 TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA

La tomografía axial computarizada (TAC) proporciona una excelente imagen de la vía aérea, tejidos blandos, y las estructuras óseas de la nasofaringe a la laringe. Se realiza en posición supina y puede medir la vía aérea superior con precisión en el área transversal. Solo se obtienen imágenes del plano axial, pero pueden realizarse reconstrucciones volumétricas (es decir, tres imágenes reconstruidas

dimensionalmente de la piel, cráneo, estructuras faciales, mandíbula, hioides, columna vertebral y vía aérea). (30)

Recientemente se han desarrollado los escáneres de TAC helicoidales que proporcionan una adquisición volumétrica directa de las imágenes. Los destellos de electrones de la TAC proporcionan una imagen dinámica de la vía aérea superior. Se ha demostrado el límite de resolución de contraste en comparación con la resonancia magnética particularmente cuando hay presencia de tejido adiposo, la TAC es relativamente cara y expone al paciente a radiación. Las imágenes dependen del estado en que se examinen, ya sea durante la vigilia o el sueño, varios estudios se realizan en pacientes normales y pacientes con desordenes respiratorios del sueño para obtener información importante sobre la patogénesis del SAOS. (30)

La mayoría de las TAC estudian el calibre de la vía aérea en pacientes con SAOS y se ha observado un colapso en la región retropalatal durante la vigilia, y han ayudado al conocimiento de los factores anatómicos que causan apnea del sueño y los cambios respiratorios relacionados con el tamaño de la vía aérea superior, para poder definir a los candidatos apropiados para la UPPP. (30) Ver figura 6.

7.6 RESONANCIA MAGNÉTICA

Las imágenes de Resonancia magnética (RM) son útiles en los pacientes con apnea del sueño por que proporcionan una excelente resolución de la vía aérea superior y tejidos blandos (incluyendo tejido adiposo), y determina con precisión la sección transversal y el volumen, y permite una imagen axial, sagital y coronal con tres reconstrucciones volumétricas dimensionales de tejidos blandos y estructuras óseas; puede realizarse durante la vigilia y el sueño sin radiaciones. (28, 33)

Sin embargo, las RM no están disponibles en todos los hospitales por que tienen un alto costo. Las contraindicaciones de la RM incluyen a los pacientes con injertos

ferromagnéticos, marcapasos, peso mayor de 300 libras y claustrofobia (relativa contraindicación). (28, 33)

No obstante se han realizado varias investigaciones y estudios clínicos con RM durante la vigilia y en pacientes con apnea del sueño. Es difícil realizar una RM durante el sueño debido al ruido asociado. Estos estudios nos ayudan en la eficacia de las intervenciones terapéuticas (CPAP, aparatos dentales, pérdida de peso y cirugía de la vía aérea superior) para este desorden. (28, 33) Ver Figura 7.

7.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DIFERENTES AUXILIARES DE DIAGNOSTICO

VENTAJAS

(7, 10, 28, 29, 30, 31, 32, 33)

FLUOROSCOPIA

Provee una imagen dinámica de las vías aéreas superiores durante la vigilia y durante el sueño.

NASOFARINGOSCOPIA

Ampliamente utilizado, fácil realización, libre de radiación, se realiza en posición supina, se puede realizar durante la vigilia y el sueño, puede determinar una obstrucción retroglotal o retropalatal

CEFALOMETRÍA

Ampliamente utilizada, fácil realización, bajo costo, se utiliza para la evaluación de pacientes con anomalías craneofaciales como la retrognasia, es útil en la evaluación para la colocación de aparatos dentales.

TAC

Ampliamente utilizada, se realiza en posición supina, indica volumen y zonas transversales, excelente resolución de las vías aéreas y estructuras óseas, se obtienen solamente imágenes del plano axial, reconstrucción tridimensional de estructuras craneofaciales y de la vía aérea, altamente usado en la evaluación de pacientes con SAOS para su tratamiento, colocación de aparatos dentales y avance maxilomandibular, se obtienen imágenes dinámicas con espectro de electrones.

RM

Se obtienen las imágenes en posición supina, del área transversal y de volumen, corte sagital, coronal y axial mediante radiaciones, excelente resolución de la vía aérea, tejidos blandos y adiposos, se realiza durante la vigilia y el sueño, reconstrucción tridimensional de las estructuras de los tejidos blandos y de las vías aéreas(lengua, paladar blando, almohadillas adiposas faringales, paredes laterales de la faringe). Amplio uso en la evaluación de pacientes con apnea del sueño y útil para los procedimientos quirúrgicos como la UPPP y avance del geniohideo.

DESVENTAJAS

(7, 10, 28, 29, 30, 31, 32, 33)

FLUOROSCOPIA

Significante exposición a la radiación, no se obtienen imágenes de las paredes laterales, solo en el plano anteroposterior, no se pueden captar los cambios en el tamaño de las vías aéreas durante los movimientos de respiración.

NASOFARINGOSCOPIA

Es invasiva, solamente se obtiene una evaluación del lumen de las vías aéreas y no de los tejidos blandos circundantes.

CEFALOMETRÍA

Se requiere equipo radiográfico, la técnica de interpretación ya es estandarizada, evaluación bidimensional de la estructura esquelética y de los tejidos blandos, no tiene capacidad analítica volumétrica, provee información limitada de las estructuras anteroposteriores y no da información acerca de las estructuras de los tejidos blandos laterales, no puede realizarse durante el sueño.

TAC

Relativamente de alto costo, limitada exposición a la radiación, puede realizarse durante la vigilia y el sueño, poca resolución de las vías aéreas y tejidos adiposos en comparación con la RM.

RM

No es comúnmente realizada, tiene un alto costo, representa un problema en pacientes claustrofóbicos, no puede realizarse en pacientes con injertos ferromagnéticos o marcapasos.

8. MANEJO QUIRURGICO Y NO QUIRURGICO EN INFANTES Y NIÑOS CON SAOS

El manejo de niños e infantes con SAOS es observado por la ciencia de la otorrinolaringología. El más común de los tratamientos en los niños es la adenotonsilectomía (T&A) es una de las operaciones más frecuentes. (34)

Las opciones de tratamiento para niños con SAOS o apneas de otro tipo son: (34, 35, 36, 37)

1. Desviación quirúrgica de la vía aérea obstruida (Bypass)
2. Remoción de tejido
3. Suspensión quirúrgica de estructuras de soporte
4. Incremento del tono muscular faringeal

8.1 EVALUACIÓN

Los padres son los primeros en observar las características de apnea e informar los resultados. En algunos niños de edad preescolar que son lentos o flojos, hiperactivos o con trastornos de conducta, la apnea es causa de enuresis. La apnea es común en niños con sobre peso y amígdalas y adenoides grandes. La buena historia y examinación clínica es suficiente para identificar las causas de la apnea. La polisomnografía sirve para diferenciar la apnea central de la obstructiva, y la evaluación cuantitativa del grado de apnea, hipoxémia e hipercardia. (34, 35, 36, 37)

En la apnea se disminuye la máxima de oxígeno a nivel de la sangre y el corazón tiene que trabajar más fuerte, la presión arterial aumenta para que circule la sangre, con el tiempo puede generar hipertensión arterial, infarto cardiaco, insuficiencia cardiaca y embolia cerebral. A veces el corazón late irregularmente y hasta puede detenerse por varios segundos (esto podría explicar las muertes durante el sueño). (34, 35, 36, 37)

Los efectos en el sistema nervioso central y cardiovascular son monitoreados por una electrocardiografía y electroencefalografía. La sonografía del sueño graba los sonidos respiratorios para una perfecta y extensa documentación de la presencia de patrones de apnea durante el sueño. La sonografía del sueño no permite la distinción entre la apnea obstructiva de la central. Los valores de hematocrito sérico y del oxígeno en la sangre arterial indican el grado de hipoxemia en SAOS severa, pero esto no altera el curso del tratamiento. (34, 35, 36, 37)

En la radiografía lateral de cuello se identifica el agrandamiento del tejido linfoide en la nasofaringe y en las amígdalas linguales. La fluoroscopia del sueño es útil para evaluar a los niños con múltiples sitios de obstrucción de la vía aérea superior. La nasofaringoscopia con fibra óptica permite ver el tejido linfoide y en la examinación de la laringe se pueden ver signos de reflujo gastroesofágico. Los niños con los tejidos blandos colapsados de la orofaringe pueden tener una resolución exitosa de la apnea mediante una palatoplastía al igual que en adultos. (34, 35, 36, 37) Ver figura 8.

8.2 INDICACIONES PARA LA CIRUGÍA

La apnea se define como la cesación de respiración durante 10 segundos o más. El número de eventos apneicos por hora se denomina índice de apnea. Se define como hipopnea a la reducción del fluido aéreo mínimo de 10 segundos. La severidad de la apnea puede estar dada por la combinación del “índice de apnea/hipopnea” o del “índice de desordenes respiratorios” del total de eventos por hora de sueño. (35, 38, 40)

En los niños raramente se encuentran las mismas características que en los adultos ya que ellos presentan episodios más cortos pero más frecuentes de interrupción de la respiración. Los niños con SAOS severo presentan una mayor evidencia de policitemia, arritmias, cor pulmonale, hipertensión pulmonar y obesidad mórbida. Estos pacientes requieren una rápida mejoría de oxigenación a través de la distribución de la CPAP o una cirugía urgente. (35, 38, 40)

Los pacientes con sitios de obstrucción fácilmente corregibles (como la hipertrofia adenotonsilar) tiene una resolución rápida con la cirugía. Los pacientes con sitios múltiples de obstrucción de la vía aérea superior y trastornos neurológicos, así como niños con síndromes, son más difíciles de manejar. Ellos pueden requerir una traqueostomía o un aumento en el CPAP. (35, 38, 40)

8.3 MANEJO NO QUIRÚRGICO

La reducción del peso rara vez es recomendada como tratamiento en niños obesos con obstrucción de las vías aéreas. El tratamiento de emergencia para SAOS severo, puede iniciar con vías aéreas artificiales. La vía aérea bucal y nasofaríngea son efectivas a corto plazo, su uso a largo plazo es problemático por ser poco efectivo. (39, 41)

Las prótesis intraorales y los retenedores de lengua no han sido bien tolerados por los niños. En niños incapaces de tolerar la cirugía se usa, una vía aérea nasal sólo durante las siestas y durante la noche, evitando con ello la intervención quirúrgica. La distensión de las vías aéreas bucal e hipofaríngea se logra a través de un CPAP durante el sueño. La incomodidad asociada al uso de la máscara facial se ha disminuido pero no se ha eliminado. Algunos niños mayores y adolescentes pueden tolerar un CPAP para una ventilación asistida. (39, 41)

Los estimulantes del sistema nervioso central, tales como la metilfenida, puede ser prescrita para el tratamiento en la hipersomnolencia en el día. La cafeína y teofilina pueden ser utilizadas para reducir apnea central, obstructiva y mixta. (39, 41)

9. APARATOS BUCALES EN EL TRATAMIENTO DE RONQUIDOS Y APNEA DEL SUEÑO

La reducción del flujo del aire a través de la nariz favorece la respiración bucal, puede deberse a infecciones respiratorias frecuentes, desviación del tabique nasal o estrechamiento de la arcada superior. Todos estos factores pueden contribuir a la aparición de alteraciones en la postura del maxilar inferior. Interesa mucho saber en que medida las personas que respiran por la boca mantienen inconscientemente la cabeza extendida o girada hacia arriba. (4, 9, 10, 11, 12, 13)

9.1 RESPIRACIÓN BUCAL

La respiración es una actividad refleja inherente. La espiración y la inspiración por la boca, es una forma de respiración que conduce a varios problemas orofaciales y cualquier cosa que interfiera con la fisiología respiratoria normal puede afectar el crecimiento de la cara. (4, 9, 10, 11, 12, 13)

La obstrucción respiratoria nasal y el hábito de respiración oral han sido vinculados a una serie de anomalías faciales, esqueléticas y dentarias que han constituido la denominada facie adenoidea o síndrome de cara larga. Esto no es una regla, por el contrario, no todos los niños con dificultades respiratorias desarrollan el mismo tipo de anomalías y pacientes con respiración normal pueden llegar a presentar deformidades similares a las que siempre se le han atribuido a los respiradores bucales. (4, 9, 10, 11, 12, 13)

Es muy difícil establecer las causas exactas que producen la respiración bucal, debemos reconocer que todos respiramos en algún momento por la boca por ejemplo durante los esfuerzos físicos, el deporte, la fatiga, y desde luego cuando sufrimos catarros. Muchos niños se ven obligados a combinar la respiración bucal con la respiración nasal por diversas causas, la vía nasofaríngea puede verse afectada por desviaciones del tabique nasal, pólipos, rinitis repetidas, infecciones respiratorias

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ganong William F, Fisiología Médica, Ed. Manual Moderno S.A de C.V., México, 1990
2. Guyton Arthur C, Tratado de Fisiología Médica, 5ª. Edición, Ed. Interamericana, México, 1976
3. Anthony C P, Anatomía y Fisiología, 10ª. Edición, Ed. Interamericana – Mc Graw-Hill, México, 1999
4. Graber T M, Ortopedia Dentofacial con aparatos funcionales 3ª. Edición, Ed. Interamericana, México, 1984
5. Smith, Lloyd H, Fisiopatología, 2ª. Edición, Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 1988
6. Registro polisomnográfico de canales múltiples para la evaluación de la apnea, Clínica de Perinatología, vol. 4, 1992
7. Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas, 12ª. Edición, Ed. Salvat, México, 1992
8. Regezi, Joseph A, Patología Bucal, Ed. Interamericana, México, 1989
9. Robbins Stanley M, Patología Humana, 5ª. Edición, Ed. Interamericana – Mc Graw-Hill, México, 1995
10. Viazis Anthony D, Atlas de Ortodoncia, Ed. Médica – Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 1995
11. Mc Donald Ralph E, Odontología Pediátrica y del Adolescente, 5ª. Edición, Ed. Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 1990
12. Braham Raymond, Odontología Pediátrica, Ed. Médica – Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 1984
13. Mayoral Herrero G, Ficción y realidad en Ortodoncia, 1ª. Edición, Ed. Actualidades Médico – Odontológicas, España, 1997
14. Pinkham J R, Odontología Pediátrica, Ed. Interamericana – Mc Graw-Hill, México, 1991
15. Crisis de apnea y muerte súbita, Clínica de Perinatología, vol. 5, 1993

ANEXOS

ANEXOS 1 (ESQUEMAS)

ANEXOS 2 (FIGURAS)



Figura 5.



Figura 6



Figura 7.



Figura 8.

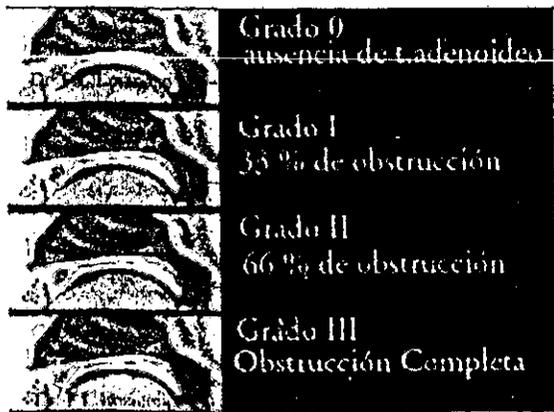


Figura 9.

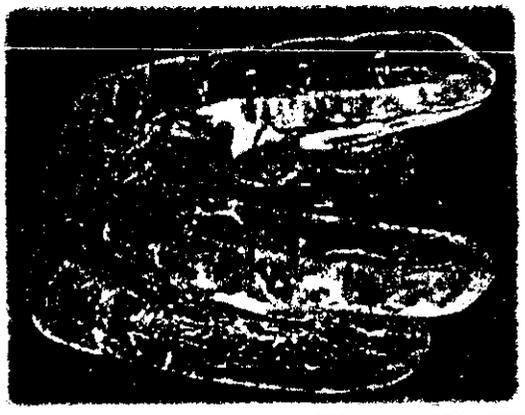
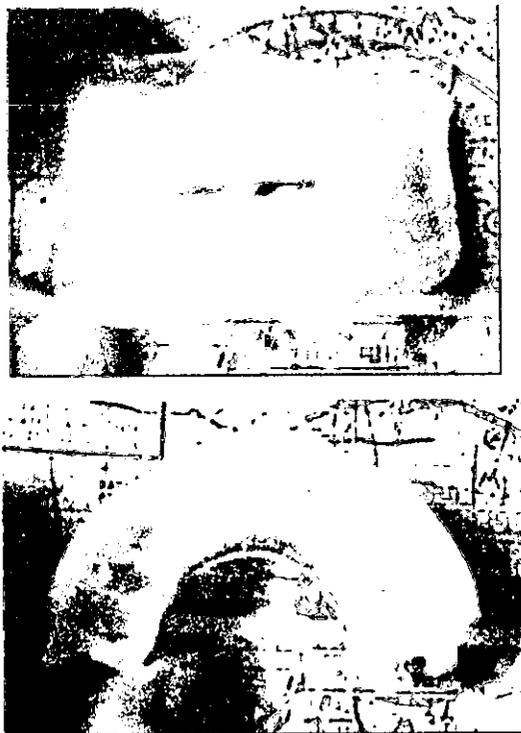


Figura 10.



Figuras 11 y 12

ABREVIATURAS

ALTE:

Probable episodio potencialmente mortal.

ATM:

Articulación temporomandibular.

A&T:

Adenotonsilectomía.

CPAP:

Presión positiva continua de la vía aérea.

REM:

Movimientos oculares rápidos.

NO REM:

Sueño de ondas lentas.

RCP:

Reanimación cardiopulmonar.

RM:

Resonancia magnética.

SAOS:

Síndrome de apnea obstructiva del sueño.

SIDS:

Síndrome de muerte súbita del infante.

TAC:

Tomografía axial computarizada.

UPPP:

Uvulopalatofaringoscopia.

VI:

Vía intravenosa.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

GLOSARIO

Acondroplasia:

Defecto en el desarrollo de los cartílagos rizomeliclos de las extremidades, es causante de una forma de enanismo.

Acromegalia:

Enfermedad crónica caracterizada por el aumento de volumen de los huesos y partes blandas de las manos, pies y cara. Es producida por una disfunción de la hipófisis.

Adenoides:

Hipertrofia del tejido ganglionar que existe normalmente en la nasofaringe de los niños (amígdalas faríngeas).

Agenesia:

Desarrollo defectuoso o falta de partes.

Angioneurosis:

Neurosis que afecta los vasos sanguíneos; trastorno del sistema vaso motor.

Anoxia:

Término general para los estados de oxigenación insuficiente.

Anquilosis:

Abolición o limitación de los movimientos de una articulación móvil.

Apnea:

Detención momentánea de la respiración

Artroplastia:

Cirugía plástica de las articulaciones; formación de articulaciones accidentales para remediar la anquilosis.

Asfixia:

Supresión de la función respiratoria por cualquier causa que se oponga al cambio gaseoso de los pulmones entre la sangre y el aire del ambiente.

Ataxia:

Trastorno de movimiento voluntario, que aparece incoordinado, estando conservada la fuerza muscular. La alteración de cualquiera de los mecanismos que intervienen en la realización del movimiento voluntario, dificultando su normal ejecución, determinará la ataxia. La lesión de las raíces posteriores de la médula o de los cordones posteriores medulares determinará una alteración de la sensibilidad profunda consciente.

Bradycardia:

Lentitud anormal del pulso.

Benzodiazepinas:

Nombre de un numeroso grupo de compuestos muy utilizados en terapéutica por sus propiedades sedantes antiansiosas, hipnoinductoras, relajantes musculares y anticonvulsivantes.

Catecolaminas:

Nombre genérico de las aminas derivadas del catecol o 1, 2 – bencenodiol. Las más importantes son la adrenalina y su predecesor la DOPA (dihidrofenilamina) de acción simpaticomimética.

Cianosis:

Coloración azul de la piel y mucosas, especialmente la debida anomalías cardiacas, causa de la oxigenación insuficiente de la sangre.

Cor pulmonale:

Conjunto de trastornos circulatorios secundarios a procesos pulmonares crónicos.

Congénito:

Que está presente al nacer.

Coronal:

Punto de la sutura coronal situada en el extremo del diámetro frontal máximo.

Cretinismo:

Estado morboso congénito debido a la disfunción o ausencia del tiroides, caracterizado por la detención del desarrollo físico y mental, con distrofias y deformidades múltiples.

Diastesis:

Término designificativo, indefinido; sinónimo muchas veces de discrasia, temperamento o hábito pero cuyo concepto dominante es el de una predisposición individual, congénita hereditaria a enfermar de un grupo determinado.

Dilatación:

Aumento distensivo normal de que es susceptible un órgano.

Distrofia:

Degeneración o desarrollo defectuoso de una parte de un órgano.

Diuresis:

Secreción de orina por el riñón.

Edema:

Exceso de líquido en los tejidos.

Electroencefalografía:

Método para registrar gráficamente por medio del electroencefalógrafo los fenómenos eléctricos que se desarrollan en el encéfalo, consistentes en oscilaciones de potencial que en condiciones normales y de reposo psicosensores tienen un ritmo relativamente uniforme y constante, pero que se modifica variadamente en la actividad psicosensores y en estado morbo.

Electromiografía:

Registro gráfico de las corrientes eléctricas producidas por la contracción muscular o de la reacción de un músculo al estímulo eléctrico.

Electrooculografía:

Registro gráfico de los movimientos oculares, basado en los cambios eléctricos producidos al moverse el ojo.

Encéfalo:

Porción del sistema nervioso central contenido dentro del cráneo, que comprende el cerebro, cerebelo y la médula oblongada o bulbo.

Endoscopia:

Examen o inspección directa de una cavidad o conducto del cuerpo por medio de instrumentos ópticos adecuados al lugar objeto de la inspección.

Enuresis:

Micción nocturna involuntaria, la que ocurre por la noche durante el sueño; estado morbo particularmente de la infancia y adolescencia.

Epiglotis:

Lámina fibrocartilaginosa, delgada, flexible, situada encima del orificio superior de la laringe, al que cierra en el momento de la deglución.

Eritema:

Enrojecimiento en manchas o difuso de la piel producida por la congestión de los capilares, que desaparece momentáneamente por la presión.

Estenosis:

Estrechez patológica congénita o accidental de un orificio o conducto.

Fibrosis:

Formación de tejido fibroso.

Fluctuación:

Movimiento de onda comunicado a un líquido acumulado en una cavidad natural o accidental del cuerpo, deprimiendo o percutiendo con una mano la pared de la cavidad; el movimiento es percibido por la otra mano aplicada a la pared opuesta.

Fluoroscopia:

Examen radioscópico.

Genioplastia:

Cirugía plástica de la barbilla o mentón.

Glosectomía:

Escisión de la lengua.

Halitosis:

Olor anormal del aire espirado; aliento fétido.

Hematocrito:

Aparato centrifugador que permite la separación de los glóbulos y plasma sanguíneo. La cantidad y proporción relativa de ambos constituye el índice o valor hematocrito que, normalmente es de 45% de glóbulos.

Hipercapnia:

Cantidad excesiva de CO₂ en la sangre.

Hipersomnolencia:

Sueño excesivo.

Hipertrofia:

Desarrollo exagerado de los elementos anatómicos de una parte u órgano sin alteración de su estructura, que da por resultado el aumento de peso y volumen del órgano.

Hipofaríngeal:

Situado en la porción inferior de la faringe.

Hipofunción:

Insuficiencia de la función de un órgano o parte.

Hipopnea:

Respiración y volumen de ventilación pulmonar disminuidos.

Hipoplasia:

Disminución de la actividad formadora o productora, desarrollo incompleto o defectuoso.

Hipotonicidad:

Tensión o tonicidad disminuida, especialmente de los músculos.

Hipoxia:

Anoxia moderada.

Idiopático:

Enfermedad de etiología desconocida.

Insuflación:

Distensión de una cavidad u órgano hueco por medio del aire para su estudio anatómico.

Linfoma:

Nombre genérico de los tumores originados en tejido linfoide, en general se aplica para los malignos.

Lipofílico:

Que tiene afinidad por el tejido adiposo.

Lumen:

Luz de un vaso o conducto.

Macroglosia:

Hipertrofia o aumento de volumen de la lengua por tumor o inflamación parenquimatosa difusa.

Metabolismo basal:

Gasto mínimo de energía que es necesario para mantener las funciones vegetativas, o sea el grado de calor expresado en calorías por hora y por metro cuadrado de superficie del cuerpo de un individuo en estado de reposo completo, en una atmósfera de 16° y sometido al ayuno desde 16 horas antes.

Miastenia:

Falta o pérdida de fuerza muscular.

Micrognacia:

Pequeñez anormal congénita de la mandíbula.

Miotomía:

Sección o disección de los músculos.

Narcolepsia:

Estado morbooso caracterizado por accesos recidivantes irresistibles de sueño profundo

Neumografía:

Descripción anatómica de los pulmones con registro gráfico de los movimientos respiratorios.

Ortognatismo:

Aproximación a la vertical de la línea de perfil de la frente a la barbilla.

Osteotomía:

Incisión o sección quirúrgica de un hueso.

Palatoplastia:

Cirugía plástica del techo de la boca.

Policitemia:

Aumento en el número de glóbulos rojos de la sangre.

Pólipo:

Tumor generalmente pediculado que se desarrolla a expensas de alguno de los elementos de una membrana mucosa.

Polisomnógrafo:

Aparato que puede registrar simultáneamente trazados la frecuencia cardiaca y respiratoria.

Plétora:

Exceso de sangre o de otros humores en el cuerpo o en una parte de él.

Recidiva:

Reaparición de una enfermedad tiempo después de transcurrido un periodo de salud completo.

Retrognatismo:

Posición de la mandíbula por detrás del plano de la frontal.

Rinitis:

Inflamación de la mucosa de las fosas nasales.

Septoplastia:

Corrección de la desviación del tabique nasal con la reposición plástica del cartílago.

Síndrome:

Serie de síntomas y signos que existen a un tiempo y definen clínicamente un estado determinado.

Ventilación pulmonar:

Provisión fisiológica de oxígeno a través de los pulmones.