

## Ansiolisis y sedación con óxido nitroso (gas hilarante) en odontopediatría

Jacqueline Esch, Dr. med. dent.

*Desde la introducción de la anestesia local los tratamientos odontológicos son prácticamente indoloros. A pesar de eso en odontopediatría son imprescindibles la ansiolisis y la sedación, por ejemplo, con óxido nitroso. Los niños que se muestran no cooperadores durante el tratamiento suponen un reto especial en la consulta dental. En los dientes primarios y permanentes se quedan muchas caries sin tratar. Esto se debe en parte a que el manejo conductual es más complicado en estos niños, pero también al miedo de éstos al odontólogo y al tratamiento dental. Por ello hacen falta técnicas de sedación fáciles de controlar y con un perfil de riesgos bajo con las que poder disminuir la ansiedad, mejorar la conducta de los niños durante el tratamiento y garantizar una ejecución del tratamiento sin contratiempos y con una calidad adecuada. Este artículo ofrece una visión de conjunto sobre la sedación con óxido nitroso en la odontopediatría. Entre otros aspectos, se abordan las propiedades y el efecto del óxido nitroso, las indicaciones y las contraindicaciones de este método de sedación, las distintas etapas para el uso en niños y el equipamiento necesario.*

(*Quintessenz*. 2009;60(10):1215-23)

### Introducción

La palabra *ansiolisis* (compuesta por los vocablos latino *anxietas* = «ansiedad», y griego *lýsis* = «(di)solución») designa la disminución de estados de ansiedad con medios farmacológicos. Por consiguiente, los medicamentos utilizados para este fin pertenecen al grupo de los ansiolíticos. Los representantes principales de este grupo son las benzodiacepinas. Los estados de ansiedad se atenúan a través de la inhibición de los núcleos del sistema límbico. Además del efecto ansiolítico<sup>2</sup>, el óxido nitroso también posee efectos analgésicos y efectos sedantes. Con la sedación se consigue disminuir la ansiedad y también la percepción del dolor. En muchos casos, la anestesia local no es posible si no se administra previamente una sedación «mínima», «moderada» o una «sedación consciente». De este modo se consigue mejorar la disposición del paciente a dejarse tratar y a prevenir un miedo incipiente al odontólogo<sup>7,52</sup>.

En muchos casos el tratamiento odontológico sencillamente es imposible sin una ansiolisis previa. Este tipo de dificultades se dan especialmente en pacientes no cooperadores, como pacientes con fobias, discapacitados psíquicos y sobre todo en niños que se resisten al tratamiento. Esto se traduce en muchos casos en la necesidad de realizar el tratamiento con anestesia general, lo que se asocia a un costo elevado en términos de personal, organización y material<sup>35</sup>, además de introducir los riesgos propios del procedimiento. Por este motivo, los métodos agrupados bajo el término *sedación mínima* o *sedación moderada* gozan de una popularidad creciente<sup>32</sup>. Entre las opciones aptas para el paciente pediátrico destaca la sedación con midazolam o hidrato de cloral administrados por vía oral o rectal. Sin embargo, la última revisión de la literatura Cochrane publicada recientemente tampoco pudo definir un método de sedación óptimo para el manejo conductual o la disminución de la ansiedad<sup>38</sup>.

Un método de sedación poco difundido en Alemania, pero muy popular en los países anglosajones y los países escandinavos, es la sedación por inhalación con óxido

---

Especialista en Odontopediatría y Odontología Juvenil de la DGZMK/DGK. Centro de Formación Privado de Odontopediatría. Múnich, Alemania.

Correspondencia: J. Esch.  
Berlepschstraße 2, 81373 Múnich, Alemania.  
Correo electrónico: esch@kinderzahnaerzte.com



Figura 1. Paciente pediátrica sedada con mascarilla nasal colocada.

nitroso y oxígeno (fig. 1). Se trata del único método de sedación seguro que se puede administrar sin necesidad de la presencia de un anestésico y que se puede adaptar por completo a las necesidades del paciente. Si bien el método es prácticamente inocuo para el paciente cuando se aplica adecuadamente y el facultativo dispone de la formación adecuada<sup>36</sup>, existe un cierto riesgo para el personal en exposiciones a largo plazo. Por ello es necesario prestar especial atención a la disminución de la contaminación del entorno laboral durante la sedación con óxido nitroso, lo que puede conseguirse eficazmente mediante la implantación de diversas medidas<sup>22</sup>.

### Definiciones

La sedación se divide en cuatro estadios<sup>6</sup>:

1. «Sedación mínima», antes «ansiolisis preoperatoria»: se utilizan dosis bajas de ansiolíticos para disminuir el miedo al tratamiento odontológico o para facilitar el sueño la noche antes de la visita al odontólogo. Según la bibliografía norteamericana<sup>6</sup> y la Asociación Americana de Anestesiología (ASA), la anestesia de conducción y la anestesia local o superficial también forman parte de la «sedación mínima».

2. «Sedación moderada», antes «sedación consciente»: es una sedación controlada, inducida farmacológicamente con reflejos de defensa conservados y una reacción específica a estímulos físicos y órdenes verbales como «abre la boca».

3. «Sedación profunda»: sedación controlada, inducida farmacológicamente con reflejos de defensa disminuidos y que deja al paciente en un estado del que resulta difícil despertarlo.

4. «Anestesia general»: pérdida del conocimiento controlada, inducida farmacológicamente.

La sedación con óxido nitroso es un método de «sedación mínima» siempre que no se administre más de un 50% de óxido nitroso junto con oxígeno y no se utilicen otros sedantes salvo un anestésico local. En caso de añadirse otros sedantes a la combinación de óxido nitroso y oxígeno o si se administra el óxido nitroso en una proporción superior al 50% se trata de una «sedación moderada».

### Historia

El primer uso médico documentado del óxido nitroso se remonta a 1844, cuando Horace Wells administró gas hilarante a un paciente odontológico. Sin duda, es en Estados Unidos donde la sedación con óxido nitroso goza de más tradición. Según datos de Wright y McAulay<sup>54</sup>, ya en 1973 el 44% de los odontopediatras estadounidenses utilizaba el óxido nitroso. En 1980 este porcentaje se había elevado al 73%<sup>8</sup> y en 1996 incluso hasta el 89%<sup>53</sup>.

En lo que se refiere a la distinta implantación cabe destacar también que, a diferencia de Alemania, en otros países las sociedades especializadas han publicado recomendaciones relativas a la realización, la garantía de calidad y la formación necesaria para el uso de la sedación con óxido nitroso. En Estados Unidos<sup>4</sup>, Canadá y, en Europa<sup>23</sup>, en Suiza<sup>44</sup>, Países Bajos, Escandinavia, Gran Bretaña<sup>27,28</sup> y Escocia<sup>45</sup> se dispone de guías para el uso de la sedación por inhalación en la odontología. En Alemania, en cambio, si se desean conocer los requisitos de esta técnica, prácticamente sólo se puede recurrir a las recomendaciones de otros países<sup>4,23,24,26,28</sup>.

El óxido nitroso se utiliza desde hace más de 150 años con fines médicos y muestra un perfil de efectos adversos extraordinariamente favorable. Se considera de forma unánime que los fallecimientos atribuidos a la sustancia en las primeras etapas de su uso se deben a la hipoxia inducida por la administración de óxido nitroso solo, sin oxígeno<sup>34,47</sup>. El único efecto adverso grave, demostrado objetivamente, del óxido nitroso es la inhibición de la síntesis de metionina<sup>39</sup> que después de la administración a concentraciones altas durante muchas horas puede dar lugar a un cuadro clínico parecido a la anemia perniciosa. Estas condiciones no se dan en la consulta dental. El uso intermitente a largo plazo, propio de las adicciones, puede provocar neuropatías periféricas y centrales con un mecanismo fisiopatológico similar al cuadro anterior<sup>13</sup>. Es posible que el consumo abusivo no sea un fenómeno tan raro en casos de fácil acceso al óxido nitroso, como en la consulta dental<sup>33</sup>.

La sedación por inhalación en la odontología se introdujo en Estados Unidos hacia 1960. En los Países Bajos, el procedimiento se estableció a partir de 1986 y en Suiza se puede cursar la formación universitaria correspondiente desde 2004. Según Olson<sup>40</sup>, aproximadamente el 65% de las consultas dentales suecas ofrecen la sedación por inhalación. Un especialista trata a una media de 21 pacientes al mes con este método. Una encuesta realizada en Internet en [www.dooox.de](http://www.dooox.de) mostró que aproximadamente el 25% de los odontopediatras titulados pertenecientes a la Asociación Federal de Odontopediatras utiliza óxido nitroso (tabla 1).

### Características generales del óxido nitroso

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) utilizado en medicina es un gas incoloro e inodoro, estable e inerte y más pesado que el

aire. Tiene un sabor ligeramente dulce, no es inflamable pero sí es comburente. El óxido nitroso forma parte junto con el metano y el CO<sub>2</sub> de los llamados gases de efecto invernadero. Sin embargo, la contribución del óxido nitroso médico a la emisión anual de gases de efecto invernadero en todo el mundo es inferior al 0,1%. No existe una relación directa entre el óxido nitroso médico y la problemática del agujero de la capa de ozono<sup>49</sup>.

El óxido nitroso pasa al organismo a través de los pulmones y se disuelve físicamente en la sangre. Debido a su coeficiente de partición sangre/gas bajo de 0,47 y a su coeficiente de partición tejido adiposo/gas bajo, el óxido nitroso constituye el medicamento inhalado más fácilmente controlable en la anestesia. No es irritante para las vías respiratorias, no provoca depresión respiratoria y no es absorbido por los tejidos (músculo, hueso, tejido adiposo)

	Uso desde	Aplicaciones por año	Aplicaciones por mes	Efectos adversos por año
Consulta A	1997	264	24	0
Consulta B	1993	250	25	0
Consulta C	2000	220	20	0
Consulta D	2004	220	20	0
Consulta E	2004	88	8	0
Consulta F	2005	220	16	0
Consulta G	2006	880	80	0
Consulta H	2006	440	40	3
Consulta I	1994	440	40	0
Consulta J	2004	1.100	100	1
Consulta K	2002	660	60	2
Consulta L	2008	44	4	0
Consulta M	2004	110	10	0
Consulta N	2000	550	50	1
Consulta O	2008	44	4	0
Consulta P	2006	50	4	0
Consulta Q	2004	100	9	0
Consulta R	1999	880	80	0
Consulta S	2007	125	11	0
Consulta T	2002	250	20	1
Consulta U	2007	10	1	0
Consulta V	2006	200	16	0

Tabla 1. Una encuesta llevada a cabo en 2009 por la Asociación Federal de Odontopediatras (BuKiZ por sus siglas en alemán) mostró que aproximadamente el 25% de los odontopediatras titulados utiliza la sedación por inhalación en sus consultas. En la tabla se indican las frecuencias de uso por año y por mes. También se indica el año a partir del que las consultas utilizan el óxido nitroso. El único efecto adverso observado, con una incidencia muy baja, fueron las náuseas

ni es metabolizado por los riñones o el hígado. Atraviesa fácilmente la barrera hematoencefálica. El efecto clínico aparece tan sólo 3 a 5 min después de la inhalación. Hasta el 99% del gas se elimina por vía pulmonar. Sin embargo, el óxido nitroso es 34 veces más soluble que el nitrógeno. Por ello se difunde tan fácilmente hacia las cavidades orgánicas donde sustituye al nitrógeno. Tiene un efecto expansor del volumen, por lo que su uso está contraindicado en la sinusitis y en la otitis media<sup>4</sup>, ya que puede provocar dolor debido al aumento del volumen o de la presión.

La administración de óxido nitroso a dosis muy altas puede provocar teóricamente, al final del tratamiento, una hipoxia por difusión. Para descartar este riesgo se administra a los pacientes al final de la sedación por inhalación oxígeno puro durante 3 a 5 min. En los años setenta y ochenta se insistió mucho en la posibilidad de que el personal de quirófano o de la consulta dental expuesto al escape de gases anestésicos, entre ellos el óxido nitroso, pudiera sufrir efectos adversos tóxicos<sup>14,16,48</sup>. Las investigaciones se centraron sobre todo en la fertilidad del personal femenino<sup>31</sup>. Sin embargo, no se logró establecer una relación entre el óxido nitroso y las alteraciones patológicas observadas; además, algunos de los estudios fueron criticados por su diseño<sup>10,20</sup>.

Para evaluar el nivel de exposición a sustancias tóxicas inhaladas en el lugar de trabajo se utilizan como referencia los límites indicados en la TRGS 900. El límite está establecido en 100 ppm y se refiere a un valor medio de 8 h. Para reducir al mínimo estos valores se dispone de dos vías: en primer lugar, evitar la liberación de óxido nitroso al aire del lugar de trabajo y, en segundo lugar, la eliminación lo más completa posible del gas escapado. Podemos evitar la liberación del gas mediante el uso de un equipo adecuado y una conducta apropiada del paciente (la comunicación con el equipo médico no debe ser verbal). Esto incluye también la administración del óxido nitroso a través de una mascarilla nasal bien ajustada de la que se aspira simultáneamente el gas excedente y el gas espirado en el punto de origen. Otro aspecto incluye prescindir de concentraciones de óxido nitroso innecesariamente altas (menos del 50%, mejor sólo 20-30%). El segundo punto igualmente importante para la protección del lugar de trabajo es un intercambio eficiente del aire ambiente mediante un sistema de climatización de alta calidad. La rotación de personal («staff rotation») también contribuye a minimizar la exposición en el lugar de trabajo.

### Indicaciones y contraindicaciones en odontopediatría

Después de obtener la anamnesis médica, odontológica y social, los pacientes pertenecientes a las categorías ASA I

o ASA II pueden ser tratados con «sedación mínima» o «sedación moderada»<sup>5</sup> siempre que el niño tenga la madurez emocional necesaria y muestre el cumplimiento suficiente para sentarse voluntariamente en el sillón dental y para colocarse la mascarilla nasal. La sedación con óxido nitroso es razonable a partir de una edad aproximada del niño de unos 4 años<sup>23</sup> pero, según Bahl et al<sup>9</sup>, también puede ser utilizada ocasionalmente en niños menores.

La sedación con óxido nitroso está contraindicada en:

- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
- Trastornos de la conducta graves
- Embarazo (primer trimestre)
- Tratamiento con sulfato de bleomicina
- Resfriado intenso, otitis media
- Pacientes con hipertensión craneal
- Miastenia grave
- Esclerosis múltiple
- Respiración bucal habitual
- Falta de cooperación en discapacitados graves

La sedación con óxido nitroso está indicada en los casos siguientes:

- Pacientes ansiosos, impacientes u obstinados
- Algunos pacientes con discapacidad psíquica o física
- Prevención del estrés en alteraciones cardíacas leves y en el asma
- Pacientes con reflejo faríngeo
- Pacientes en los que no se consigue una anestesia local profunda
- Niños cooperadores que se han de someter a una sesión de tratamiento odontológico de larga duración

En niños extremadamente ansiosos puede hacer falta administrar sedantes más potentes, como midazolam en combinación con ketamina, que, sin embargo, sólo pueden ser administrados por un anestesista, o una combinación de midazolam y óxido nitroso<sup>3</sup>, si bien la administración en monoterapia es la más segura para el paciente y para el facultativo<sup>11</sup>. En el tratamiento con óxido nitroso no se prescinde ni de la anestesia local ni de las medidas de manejo conductual psicológicas habituales, como Tell-Show-Do (TSD por sus siglas en inglés, explicación del procedimiento con un lenguaje adaptado a la edad del niño), la distracción y los patrones de lenguaje hipnótico. Se puede utilizar el óxido nitroso para apoyar la inducción del trance o para mantener el estado hipnótico. El óxido nitroso ha mostrado ser especialmente eficaz en casos agudos y en intervenciones quirúrgicas en niños.



Figura 2. Realización de ejercicios prácticos durante un curso.

Veerkamp et al<sup>50</sup> mostraron que niños muy ansiosos, tratados en varias sesiones consecutivas con óxido nitroso, mostraron un nivel significativamente más bajo de ansiedad en tratamientos posteriores, incluso en aquellos que se llevaron a cabo sin óxido nitroso. La sedación con óxido nitroso en combinación con la anestesia local constituye una buena alternativa a la anestesia general<sup>19,23</sup>.

## Efectos

Los efectos principales del óxido nitroso son euforia, relajación, pérdida de la percepción del tiempo y aumento de la sugestibilidad<sup>51</sup> (capacidad de influencia individual sobre las funciones psicomotoras y psíquicas). En este tipo de sedación el paciente permanece consciente y conserva los reflejos de defensa. Al mismo tiempo se reduce el reflejo faríngeo, aumenta el umbral de dolor y se refuerza la disposición a la cooperación. La disminución de la percepción del tiempo y el estado de relajación facilita al niño aceptar sesiones de tratamiento de mayor duración. Además, el óxido nitroso disminuye o elimina el miedo al odontólogo<sup>7,52</sup>. Algunos estudios presentados recientemente muestran que el óxido nitroso influye tanto en receptores GABA como en receptores NMDA (receptores ionotrópicos del glutamato)<sup>21,30</sup>. Su combinación con otros sedantes potencia el efecto de los mismos.

## Aplicación de la sedación con óxido nitroso

El odontólogo responsable del tratamiento debe disponer de una formación teórica y práctica sólida en relación con la sedación con óxido nitroso, la cual se puede ad-

quirir tanto en Alemania (fig. 2) como en otros países. La finalidad de la sedación por inhalación en odontopediatría es conseguir una sedación suave sin pérdida del conocimiento («sedación mínima»). Esto implica que el niño debe mantener los ojos abiertos y debe reaccionar adecuadamente a las órdenes que reciba. No hace falta que el paciente esté en ayunas, pero es aconsejable que ingiera una comida ligera al menos 2 h antes del tratamiento<sup>28</sup>.

## Procedimiento en el paciente pediátrico

El tratamiento del paciente pediátrico se ha de llevar a cabo en posición de decúbito supino (fig. 3). El pulso y la saturación de oxígeno se controlan mediante un pulsioxímetro. Se coloca una mascarilla nasal bien ajustada y se comprueba que el flujo en la bolsa sea correcto. En función de la edad y la altura del niño se elige el «total flow» con un 100% de oxígeno y se administra durante 2-3 min (en niños, en función de la altura y la edad: 4-6 l/min). Se establecerá contacto verbal y gestual con el paciente y se procurará que el paciente se comunique de forma no verbal con el equipo médico.

Se iniciará la sedación con un aumento progresivo de la dosis de óxido nitroso (a más edad del niño, más lento es el aumento, se incrementa la concentración aproximadamente cada 2 min) hasta alcanzar el efecto deseado. Esto se consigue habitualmente a una concentración del 20-30%, pero nunca superior al 50%<sup>23</sup>. La administración excesivamente rápida puede provocar mareo y náuseas<sup>41</sup>. En las visitas posteriores se podrá administrar en uno o dos pasos la concentración de óxido nitroso

ajustada en la primera visita, ya que el paciente ya está familiarizado con el óxido nitroso.

Las palabras pronunciadas se ven potenciadas bajo la influencia del óxido nitroso, por lo que el facultativo puede crear una atmósfera relajante y tranquilizadora con medios verbales. El niño no debe hablar ni respirar por la boca. Puede ayudar el uso de un dique de goma, que, además, permite disminuir la contaminación del aire ambiente. Después de la inyección del anestésico local, se puede disminuir la concentración del óxido nitroso hasta niveles que aseguren la cooperación del paciente<sup>4</sup>. En algunos casos se puede acabar prescindiendo del óxido nitroso después de la anestesia local y de la colocación del dique de goma.

Hacia el final del tratamiento se interrumpe la administración de óxido nitroso y se administra oxígeno puro durante aproximadamente 5 min<sup>4,41</sup>. El paciente debe incorporarse lentamente. Se comprueban el pulso y la saturación de oxígeno. A continuación, se facilitan al paciente las instrucciones habituales después del tratamiento (anestesia local, extracciones). El niño puede abandonar la consulta acompañado de los padres<sup>18</sup>. No hace falta prolongar la estancia del niño en la consulta dental.

### Monitorización y documentación

La monitorización visual<sup>4,6</sup> (reacción a estímulos verbales o físicos, observación de la respiración, color de la piel) desempeña un papel importante en la supervisión del niño, dado que la sobredosificación puede dar lugar a efectos adversos como inquietud, mareo, náuseas, hipersudación, cefalea y vómitos en casos aislados<sup>29</sup>. Sin embargo, el uso correcto descarta prácticamente del todo la aparición de efectos adversos.

Ante la aparición de signos precoces de sobredosificación (arrugas en la frente, inquietud creciente, sudor frío) se debe reducir inmediatamente la concentración de óxido nitroso. Se cierra inmediatamente el suministro de óxido nitroso y se sustituye por oxígeno. Ningún otro método de sedación permite un control tan eficaz de las medidas que tomar en el caso de una sobredosificación. Se utiliza además un pulsioxímetro para el control de las constantes del paciente. En la historia clínica del paciente se documentarán la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno arterial, la duración de la intervención, la dosis máxima y la ventilación posterior con oxígeno al 100%<sup>4</sup>.

### Equipo

Existen en el mercado aparatos especiales para el suministro de óxido nitroso (como Matrix, Midmark, Versailles,



Figura 3. Sedación por inhalación. Tratamiento en decúbito supino.

EE. UU.; Porter, Hatfield, EE. UU.) destinados a la consulta dental que mezclan óxido nitroso y oxígeno (fig. 4). La mezcla escalonada, de la que se debería administrar siempre la dosis mínima necesaria<sup>17</sup>, es inhalada de forma continuada a través de una mascarilla nasal. No es posible suministrar concentraciones de óxido nitroso superiores al 50% (en algunos aparatos hasta el 70%) y, por lo tanto, tampoco se pueden dispensar concentraciones de oxígeno inferiores al 50% (para un 70% de óxido nitroso la concentración de oxígeno no puede ser inferior al 30%). En la mayoría de los casos se consigue una sedación suficiente a concentraciones entre el 20-30% de óxido nitroso. Los aparatos deben disponer de un dispositivo denominado «Nitro Lock»<sup>4</sup> que impide la administración de óxido nitroso sin oxígeno. El facultativo y sus ayudantes<sup>46</sup> deben haber recibido la formación adecuada y la instalación debe cumplir todos los requisitos técnicos para garantizar un uso seguro. Se consigue reducir la contaminación ambiental mediante sistemas de aspiración integrados, la ventilación de los espacios de la consulta dental, impidiendo que el paciente hable, el uso de un dique de goma, el control de fugas y el mantenimiento de los aparatos. Es imprescindible realizar controles periódicos de la contaminación mediante las mediciones correspondientes. Los costes derivados de la adquisición del aparato y de la formación se pueden considerar desventajas del método.

### Resumen

La sedación con óxido nitroso se ha establecido y ha mostrado su eficacia en las consultas dentales de mu-



Figura 4. Aparato de óxido nitroso con sistema de aspiración para la consulta dental.



Figura 5. Pulsioxímetro.

chos países, lo que se refleja en la abundante bibliografía existente al respecto<sup>12,15,25,36,42,53</sup>. No se ha conseguido demostrar los riesgos potenciales de la exposición a largo plazo a dosis muy bajas en el lugar de trabajo. Sin embargo, estos riesgos parecen existir a partir de exposiciones a niveles superiores a 1.000 ppm según muestran los resultados de estudios *in vitro*<sup>43</sup>. Según Makkes et al<sup>36</sup>, el equipo odontológico puede aplicar la sedación con óxido nitroso sin riesgos si dispone de un sistema de aspiración eficaz en el punto de origen (mascarilla nasal) y si asegura una ventilación adecuada de los espacios de la consulta.

En resumen, la sedación con óxido nitroso es un procedimiento adecuado y seguro<sup>9</sup> para los pacientes y el personal, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Sistema de ventilación de buena calidad, limpieza del aire («scavenging»)
- Equipo adecuado y sometido al mantenimiento pertinente
- Monitorización adecuada del paciente (visual y pulsoximetría opcional<sup>45</sup>, fig. 5)
- Cumplir las normas de actuación, como aspiración adicional en la zona de la boca/mascarilla si el paciente habla a pesar de haberle indicado lo contrario
- Ajustar la duración de los tratamientos
- Formación sólida y continuada de los usuarios
- Medición de la contaminación en el lugar de trabajo, como mínimo en momentos puntuales, pero mejor de forma continuada
- Prescindir del uso de óxido nitroso «a cualquier precio» en pacientes no aptos en favor de la anestesia general

En estas condiciones es posible cumplir con seguridad y rigor con los límites exigidos por las asociaciones profesionales, incluso los más restrictivos, lo que permite responder con un no rotundo a la pregunta acerca de los riesgos para el personal expuesto a trazas de óxido nitroso de acuerdo con los conocimientos actuales. El uso de óxido nitroso en niños exige lógicamente una formación adecuada<sup>1,37,45</sup>.

Siempre que se utilice conforme a las directrices establecidas, la sedación con óxido nitroso es un método muy cómodo para los pacientes que facilita considerablemente el tratamiento en niños. Es considerado uno de los métodos de sedación más seguros<sup>44</sup> y por ello la European Academy of Pediatric Dentistry (EAPD) lo recomienda como método de sedación de elección<sup>23</sup>.

## Bibliografía

1. Alcaino EA. Conscious sedation in paediatric dentistry: current philosophies and techniques. *Ann R Australas Colj Dent Surg* 2000;15:206-210.
2. Alexopoulos E, Hope A, Clark SL, McHugh S, Hosey MT. A report on dental anxiety levels in children undergoing nitrous oxide inhalation sedation and propofol target controlled infusion intravenous sedation. *Eur Arch Paediatr Dent* 2007;8:82-86.
3. Al-Zahrani AM, Wyne AH, Sheta SA. Comparison of oral midazolam with a combination of oral midazolam and nitrous oxide-oxygen inhalation in the effectiveness of dental sedation for young children. *Indian Soc Pedod Prev Dent* 2009;27:9-16.
4. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on appropriate use of nitrous oxide for pediatric dental patients. Internet: [www.aapd.org/media/Polices\\_Guidelines/G\\_Nitrous.pdf](http://www.aapd.org/media/Polices_Guidelines/G_Nitrous.pdf). Stand: 2009; Zugriff: August 2009.

5. American Dental Association. Guidelines for the use of sedation and general anaesthesia by dentists. Internet: [www.ada.org/prof/resources/positions/statements/anaesthesia\\_guidelines.pdf](http://www.ada.org/prof/resources/positions/statements/anaesthesia_guidelines.pdf). Stand: Oktober 2007; Zugriff: August 2009.
6. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by non-anesthesiologists. *Anesthesiology* 2002; 96:1004-1017.
7. Amrup K, Broberg AG, Berggren U, Bodin L. Treatment outcome in subgroups of uncooperative child dental patients: an exploratory study. *Int j Paediatr Dent* 2003;13: 304-319.
8. Association of Pedodontic Diplomates. Survey of attitudes and practices in behaviour management. *Pediatr Dent* 1981;3:246-250.
9. Babl FE, Oakley E, Searnan C, Barnett P, Sharwood LN. High-concentration nitrous oxide for procedural sedation in children: adverse events and depth of sedation. *Pediatrics* 2008;121:528-532.
10. Baden JM, Rice SA. Metabolism and toxicity of inhaled anesthetics. In: Miller RD (ed). *Anesthesia*. 5. ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2000:147-173.
11. Becker DE, Rosenberg M. Nitrous oxide and the inhalation anesthetics. *Anesth Prog* 2008; 55:124-130.
12. Berge TI. Acceptance and side effects of nitrous oxide oxygen sedation for oral surgical procedures. *Acta Odontol Scand* 1999;57:201-206.
13. Brodsky JB, Cohen EN, Brown BW, Wu ML, Whitcher CE. Exposure to nitrous oxide and neurologic disease among dental professionals. *Anesth Analg* 1981;60:297-301.
14. Buring JE, Hennekens CH, Mayrent S, Rosner B, Greenberg ER, Colton T. Health experiences of operating room personnel. *Anesthesiology* 1985;62:325-330.
15. Carr KR, Wilson S, Nimer S, Thornton JB Jr. Behavior management techniques among pediatric dentists practicing in the southeastern United States. *Pediatr Dent* 1999;21:347-353.
16. Cohen EN, Gift HC, Brown BW et al. Occupational disease in dentistry and chronic exposure to trace anesthetic gases. *J Am Dent Assoc* 1980;101:21-31.
17. Coté JC, Wilson S. Guidelines for monitoring and management of pediatric patients during and after sedation for diagnostic and therapeutic procedures: an update. *American Academy of Pediatrics/American Academy of Pediatric Dentistry*. *Pediatrics* 2006; 118:2587-2602.
18. Coulthard P. Conscious sedation guidance. *Evid Based Dent* 2006; 7:90-91.
19. Crawford AN. The use of nitrous oxide/oxygen inhalation sedation with local analgesia as an alternative to general anaesthesia for dental extractions in children. *Br Dent J* 1990;168:395-398.
20. Dale O, Husum B. Nitrous oxide: at threat to personnel and global environment? *Acta Anaesthesiol Scand* 1994;38:777-779.
21. Dzolijic R. Nitrous oxide: a study of neurons. Amsterdam: Academic Medical Center, University of Amsterdam, 1996.
22. Esch J, Schneck H, Bufara N. Exposition gegen N70 während zahnärztlicher Lachgassedierung von Kindern. Der Einfluss unterschiedlicher ScavengingMaßnahmen. *Dtsch Zahnärztl Z* 2003;58: 244-248.
23. European Academy of Pediatric Dentistry. EAPD Guidelines on Sedation in Paediatric Dentistry. Internet: [www.eapd.gr/Guidelines/EAPD\\_sedation\\_guidelines\\_final.pdf](http://www.eapd.gr/Guidelines/EAPD_sedation_guidelines_final.pdf). Zugriff: August 2009.
24. European Federation for the Advancement of Anaesthesia in Dentistry. Empfehlungen zu einem europäischen Standard bezüglich Lokalanästhesie, Analgesie und Sedierung in der Zahnmedizin. *Quintessenz* 1995;46: 1503-1511.
25. Hallonsten AL. Sedation by the use of inhalation agents in dental care. *Acta Anaesthesiol Scand* 1988;32:31-35.
26. Health Services Advisory Committee of the Health and Safety Commission. *Anaesthetic Agents: Controlling exposure under COSHH*. London: HMSO, 1995.
27. Holroyd I. Conscious sedation in pediatric dentistry. A short review of the current UK guidelines and the technique of inhalational sedation with nitrous oxide. *Paediatr Anaesth* 2008;18:13-17.
28. Hosey MT. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. Managing anxious children: the use of conscious sedation in paediatric dentistry. *Int j Paediatr* 2002; 12:359-372.
29. Haupt MI, Limb R, Livingston RL. Clinical effects of nitrous oxide conscious sedation in children. *Pediatr Dent* 2004;26:29-36.
30. Jevtovic-Todorovic V, Todorovic SM, Mennerick S et al. Nitrous oxide (laughing gas) in an NMDA antagonist neuroprotectant and neurotoxin. *Nat Med* 1998;4:460-463.
31. Kline I. Maternal occupation: effects on spontaneous abortions and malformations. *Occup Med* 1986;1:381-403.
32. Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *Lancet* 2006; 367:766-780.
33. Layzer RB, Fishman RA, Schafer JA. Neuropathy following abuse of nitrous oxide. *Neurology* 1978;28:504-506.
34. Litch W. *Anaesthesia and anaesthetics*. In: The American system of dentistry. Philadelphia: Lea Brothers, 1887:144-159.
35. Lyratzopoulos G, Blain KM. Inhalation sedation with nitrous oxide as an alternative to dental general anaesthesia for children. *J Public Health Med* 2003;25:303-312.
36. Makkes PC, Jonker MJ, Turk T. [Nitrous-oxide sedation indispensable in the dental care of anxious people and the mentally impaired]. *Ned Tijdschr Geneesk* 2006;150:1055-1058.
37. Martens LC, Marks LA. La sédation au protoxyde d'azote en pratique quotidienne. *Rev Beige Med Dent* 2003;58:257-269.
38. Matharu L, Ashley PF. Sedation of anxious children undergoing dental treatment 2007 *Cochrane Database Syst Rev* 2006;1: CD003877.
39. Nunn JF, Chanarin I. Nitrous oxide inactivates methionine synthase. In: Eger EI (ed). *Nitrous oxide/N2O*. New York: Elsevier, 1985:211-233.
40. Olson L. Nitrous oxide/oxygen sedation in Swedish dental practice. Vortrag, Zurich, Januar 2008.
41. Paterson SA, Tahmassebi JF. Paediatric dentistry in the new millennium: 3. Use of inhalation sedation in paediatric dentistry. *Dent Update* 2003;30: 350-358.
42. Peretz B, Katz J, Zilburg I, Shemer J. Response to nitrous oxide and oxygen among dental phobic patients. *Int Dent* 1998;48:17-23.
43. Royston BD, Nunn JF, Weinbren HK, Royston D, Cormack RS. Rate of inactivation of human and rodent hepatic methionine synthase by nitrous oxide. *Anesthesiology* 1988;68:213-216.
44. Schweizerische Vereinigung für Kinderzahnmedizin. Standards und Richtlinien zur Anwendung der Inhalationssedierung in der zahnärztlichen Praxis. Internet: [www.kinderzahn.ch/N20.pdf](http://www.kinderzahn.ch/N20.pdf). Stand: 2002; Zugriff: August 2009.
45. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Safe sedation of children undergoing diagnostic and therapeutic procedures. Internet: [www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/58/index.html](http://www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/58/index.html). Stand: 2004; Zugriff: August 2009.
46. Society for the Advancement of Anaesthesia in Dentistry. The report of an independent expert working group. London: The Society, 2004. Internet: [www.saad.org.uk/files/documents/scsdat-2007.pdf](http://www.saad.org.uk/files/documents/scsdat-2007.pdf). Zugriff: August 2009.
47. Smith WD, T. W. Evans - before and after. *Br Dent J* 1968;125:115-122.
48. Spence AA, Cohen EN, Brown BW. Occupational hazards for operating room-based physicians: analysis of data from the United States and the United Kingdom. *JAMA* 1977;238:955-959.
49. Stengvist O, Husum B, Dale O. Nitrous oxide: an ageing gentleman. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45: 135-137.
50. Veerkamp I, Gruythuisen RJ, Hoogstraten J, van Amerongen WE. Anxiety reduction using nitrous oxide: a permanent solution? *ASDC J Dent Child* 1995;62:44-48.
51. Whalley MG, Brooks GB. Enhancement of suggestibility and imaginative ability with nitrous oxide. *Psychopharmacology (Berl)* 2009;203:745-752.
52. Willumsen T, Vassend O. Effects of cognitive therapy, applied relaxation and nitrous oxide sedation. A five-year follow-up study of patients treated for dental fear. *Acta Odontol Scand* 2003;61:93-99.
53. Wilson S. A survey of the American Academy of Pediatric Dentistry membership: nitrous oxide and sedation. *Pediatr Dent* 1996;18:287-293.
54. Wright GZ, McAulay DI. Current premedicating trends in pedodontics. *ASDC J Dent Child* 1973;40:185-187.