



INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP
OCH HÄLSA

KARTLÄGGNING AV LUSTGASENS ANVÄNDNING VID SMÄRTSAMMA PROCEDURER PÅ BARN PÅ AKUTMOTTAGNING

En systematisk litteraturstudie

Sara Franzon och Josefin Grefve

Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Specialistsjuksköterskeprogrammet Barn och Ungdom
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/år:	Ht 2020/ Vt 2021
Handledare:	Stefan Nilsson
Examinator:	Anna Dencker

Titel svensk:	Kartläggning av lustgasens användning vid smärtsamma procedurer på barn på akutmottagning.
Titel engelsk:	Surveying the use of nitrous oxide in painful procedures on children in the emergency department.
Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Specialistsjuksköterskeprogrammet med inriktning mot Barn och Ungdom.
Nivå:	Avancerad nivå
Termin/år:	Vt/Ht/2020/2021
Handledare:	Stefan Nilsson
Examinator:	Anna Dencker
Nyckelord:	Akutmottagning, Barn, Lustgas, N ₂ O, Smärtsamma procedurer

Sammanfattning

Bakgrund: Barn upplever ofta smärta och rädsla i samband med smärtsamma procedurer i sjukvården. Tidigare forskning visar att underbehandlad smärta vid procedurer är ett problem som kan ge negativa konsekvenser i framtiden för barn. En lämplig behandlingsmetod är lustgas som har både smärtlindrande och sederande effekt. I Sverige administrerar en sjuksköterska med särskild utbildning lustgas till barn från fyra års ålder. För att minska barns lidande vid smärtsamma procedurer är det betydelsefullt att utvärdera lämpliga behandlingsmetoder.

Syfte: Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att granska och sammanfatta användningen av lustgas vid smärtsamma procedurer på barn på akutmottagning.

Metod: Systematisk litteraturstudie.

Resultat: Lustgas har en smärtlindrande, sederande effekt som minskar oro och ångest för barn vid smärtsamma procedurer. Behandling med lustgas kortar tiden för procedurer och ger en snabb återhämtning samt få bieffekter. Den smärtstillande effekten är dock bristfällig vid mer smärtsamma procedurer och lustgas kan då behöva kompletteras med andra smärtstillande läkemedel. Forskningsstudier kring barn som behandlas med lustgas är relativt få och det vetenskapliga materialet behöver utökas.

Slutsats: Vår studie har visat att lustgas anses som en lämplig behandlingsmetod för barn som behöver genomgå smärtsamma procedurer inom akutsjukvård då den har sederande, smärt- och ångestlindrande effekt samt få bieffekter. Trots att evidensläget om lustgas är begränsat till måttligt starkt, är detta en behandlingsmetod som ger barnet möjlighet till smärtlindring.

Abstract

Background: Children often experience pain and fear with painful procedures in healthcare. Previous research shows that undertreated pain during procedures is a problem and can have negative consequences in the future for children. A suitable treatment is nitrous oxide, which has both a pain-relieving and a sedative effect. In Sweden, a nurse with special training can administer nitrous oxide to children from the age of four. To reduce children's suffering during painful procedures, it is important to evaluate appropriate treatment methods.

Aim: The aim of this systematic literature study is to examine and summarize the use of nitrous oxide in painful procedures on children in the emergency department.

Method: Systematic literature review.

Results: Nitrous oxide has a pain-relieving, sedating effect that reduces anxiety and uneasiness for children during painful procedures. The treatment with nitrous oxide takes less time for procedures and provides a quick recovery and few side effects. However, the analgesic effect is deficient in more painful procedures and nitrous oxide may need to be supplemented with other analgesic drugs. Research studies on children treated with nitrous oxide are relatively few and the scientific material needs to be developed.

Conclusion: Our study has shown that nitrous oxide is considered a suitable treatment for children who need to undergo painful procedures in emergency care as it has sedative, pain and anxiety-relieving effects and few side effects. Although the state of evidence about nitrous oxide is limited to moderately strong, this is a treatment method that gives the child the opportunity for pain relief.

Keywords: Child, Emergency, Nitrous Oxide, N₂O, Procedural pain

Förord

Författarna vill tacka handledare Stefan Nilsson för vägledning genom arbetet samt våra familjer för att ni var med och hjälpte och stöttade oss.

Inledning

Forskning om smärtlindring för barn har inte fått tillräckligt utrymme inom barnsjukvården. Det finns tydliga brister i utbildning och kunskap hos personal samt brist på forskningsfinansiering i ämnet. Barns smärta spelar roll; det faktumet behöver etableras i samhället. Barns smärta är viktig; obehandlad smärta kan leda till konsekvenser. Den måste bli synliggjord och förstådd. Först då kan vi ge barn den smärtlindring de behöver och har rätt till (1).

Vi har valt att utföra denna systematiska litteraturöversikt då vi i våra yrkesroller, på bland annat barnakutmottagningar, upplevt att det finns behov av en ökad medvetenhet om barns smärta och befintliga behandlingsmetoder. På barnakuten i Göteborg används lustgas dagligen som en behandlingsmetod, främst vid reponering av frakturer. Vår erfarenhet säger att det är en bra behandlingsmetod för att individualisera vården. Dock finns det en bristande kunskap i användandet och vid vilka procedurer det är lämpligt att använda lustgas som en smärtlindrande behandling. Under denna har vår uppfattning om det bristande kunskapsläget i ämnet stärkts. Som barnsjuksköterskor önskar vi att färre barn ska behöva genomgå smärtsamma procedurer utan bra smärtlindring och vill med denna översikt öka kunskapen om en möjlig alternativ behandlingsmetod.

Innehållsförteckning

Bakgrund	1
Barn i vården	1
Barnperspektiv och Barnets perspektiv	1
Barnsjuksköterskans profession	2
Smärta hos barn	2
Utvecklingsfaktorer som påverkar hur barn hanterar smärta	2
Procedurrelaterad smärta	3
Skalor att bedöma smärta, sedering och ångest hos barn	3
Användning av lustgas inom barnsjukvård	4
Problemformulering	4
Syfte	5
Metod	5
Studiedesign	5
Sökning	5
Söksträng	6
Datainsamling	6
Urval	7
Dataanalys	7
Resultatanalys	8
Forskningsetiska överväganden	8
Resultat	9
Bieffekter	9
Smärtlindrande effekter	10
Avslappnings- och medvetandenivåer	11
Oro/Ångest under och efter proceduren	11
Procedur- och återhämtningstid	12
Diskussion	12
Metoddiskussion	12
Resultatdiskussion	14
Reflektion om resultatets smärtlindrande effekter	14
Reflektion om resultatets bieffekter	16
Reflektion om artiklarnas metoder	16
Sammanfattning	17
Förslag till vidare forskning	17

Slutsats	17
Kliniska implikationer	17
Referenslista	19
Bilagor	23
Bilaga 1. Artikelmatris	23
Bilaga 2. Artikelsökning	35
Bilaga 3. PRISMA diagram	37
Bilaga 4. Exkluderad artikel	38
Bilaga 5. Resultattabell	39

Bakgrund

Barn i vården

Årligen vårdas cirka 95 000 barn på sjukhus i Sverige. Det är både barn med kroniska eller långvariga sjukdomar och barn som behöver tillfällig vård vid exempelvis en infektion eller efter ett trauma. Barnkonventionen definierar en person som barn upp till 18 års ålder. Hälso- och sjukvården ska främja barns delaktighet i sin egen vård. Barn bör vara involverade i planering och beslut som rör dem själva. Att få vara delaktig i sin vård främjar barns hälsa och utveckling (2, 3).

All sjukvård för barn och ungdomar bör utgå från hälso- och sjukvårdslagen, barnkonventionen och från Nordisk standard för barn och ungdomar inom hälso- och sjukvård (NOBAB). Barnkonventionen poängterar att alla barn har rätt till bästa möjliga hälsa och tillgång till hälso- och sjukvård. Hälso- och sjukvårdslagen slår fast att alla människor har rätt till god hälsa och vård på lika villkor. Respekt ska visas för individers lika värde och värdighet (4). Grunderna till god vård ska utgå från självbestämmande, säkerhet, respekt för patientens integritet, kontinuitet och god kommunikation mellan patient och vårdpersonal (5).

NOBAB är en självständig förening som arbetar för barns rättigheter inom hälso- och sjukvården. Föreningen arbetar för barns rätt till delaktighet i vården och åldersanpassad information. Barn ska känna sig trygga på sjukhus och har rätt till att ha sina föräldrar med sig (4).

När barn är på sjukhus bör sjuksköterskan involvera föräldrarna i vården. Forskning visar att barn blir både tryggare och lugnare om deras föräldrar är närvarande. Sjuksköterskan behöver vara öppen och kunna anpassa både sitt bemötande och omvårdnaden till varje familj (6). Enligt Barnkonventionen ska barn inte skiljas från sina föräldrar om det inte är nödvändigt för barnets hälsa (3).

Barnperspektiv och Barnets perspektiv

Barnperspektivet och Barnets perspektiv har valts som teoretisk referensram för denna studie. Att som sjuksköterska ha ett barnperspektiv innebär att ta hänsyn till barns erfarenheter i olika situationer (2). Barnperspektiv är det som vuxna försöker förstå och bemöta barn utifrån. Inom hälso- och sjukvård för barn bör barnsjuksköterskan arbeta utifrån ett barnperspektiv. Hur mycket barnet tillåts vara med och påverka sin egen vård och hur mycket personalen försöker att involvera dem i vården är bevis på hur väl barnperspektivet respekteras (5).

Att se barnets perspektiv innebär att ta hänsyn till barnets erfarenheter, uppfattningar och förståelse av sin tillvaro (5). Det kan bland annat innebära hur de upplever sin sjukhusvistelse och om det finns förståelse hos personal eller andra vuxna för deras situation. Vad barnet har för förutsättningar, tidigare erfarenheter och om de blir lyssnade på är viktiga aspekter att ta hänsyn till (2). Om omvårdnad ges utifrån ett barnperspektiv, så bidrar det till att barnets perspektiv respekteras. Ett samspel mellan de två perspektiven inom barnsjukvården utgör en grund för barncentrerad vård (7).

Att ha ett barnperspektiv som barnsjuksköterska innebär att alltid ha barnets bästa i fokus. Se till barnens behov, rättigheter och önskningsar (8). Genom att vara lyhörd för barnets perspektiv kan sjuksköterskan anpassa vårdssituationen efter barnets behov och önskningsar (5).

Barnsjuksköterskans profession

Enligt kompetensbeskrivningen för sjuksköterskor med specialistutbildning inom barn och ungdomar (9) bör barnsjuksköterskor arbeta utifrån barnkonventionen (10) och NOBAB (4).

Inom barnsjukvården blir den medicinska behandlingen alltmer specialiserad. I och med det behöver barnsjuksköterskor dela med sig av sin specialistkunskap inom hälso- och sjukvård för barn och unga, så att kvalitet och säkerhet upprätthålls inom vården. Barnsjuksköterskan ska i samverkan med olika yrkesgrupper och med utnyttjande av informationsteknologins möjligheter samt utifrån sin kompetens åstadkomma en personcentrerad och säker vård, baserad på bästa tillgängliga kunskap (11).

Syftet med evidensbaserad vård är att hitta och använda de bästa och mest kostnadseffektiva metoderna för att uppnå ett optimalt omhändertagande. Det innebär att omvårdnadsåtgärder som exempelvis behandlar smärta, ångest och oro ska ha vetenskaplig grund och att vården utgår från de senaste forskningsresultaten (11).

International Council of Nurses (ICN) etiska kod i Svensk Sjuksköterskeförening beskriver att en sjuksköterskas grundläggande ansvar är att främja hälsa, förebygga sjukdom, återställa hälsa och lindra lidande (12).

För att bemöta barn och förstå att de är människor i utveckling och inte små vuxna, krävs det att sjuksköterskan har barnkompetens. Med barnkompetens menas att sjuksköterskan har kunskap om barns utveckling både fysiskt, psykiskt, socialt och hur deras förutsättningar påverkas under olika faser (6). Barnets bästa ska vara i fokus i alla beslut. Barnsjuksköterskan ska ha ett respektfullt förhållningssätt mot barnet och dess familj, anpassa informationen till barnets utvecklingsnivå och skapa goda förutsättningar för att göra barnet och dess anhöriga delaktiga i omvårdnaden (9).

Smärta hos barn

Smärta definieras enligt the International Association for the Study of Pain (IASP) som "en obehaglig sensorisk och emotionell upplevelse associerad med, eller liknar den som är förknippad med, verklig eller potentiell vävnadsskada" (13). Smärta kan alltså vara både en sensorisk och en känslomässig upplevelse. Hur ett barn upplever smärta är ett samspel mellan fysiologiska mekanismer och känslomässiga tolkningar av smärtsignalerna (6). Kulturen som vi lever i påverkar också hur vi och andra ser på smärta. Barn lär sig att uttrycka smärta i enlighet med samhällsnormer, både från sina egna familjer och från det bredare samhället (1).

Utvecklingsfaktorer som påverkar hur barn hanterar smärta

Den inåtgående smärtbanan som förmedlar smärta till medvetandet utvecklas tidigt i fosterstadiet, medan den nedåtgående smärtbanan som utgår från hjärnstammen och som aktiveras av smärtnedledningen och sensorisk stimulering troligen inte når sin fulla funktion förrän vid två års ålder (14, 15). I smärtnedledningen skiljer de mellan stora och små barn. Under de första levnadsåren är det inåtgående smärtsystemet känsligt och har ett svagt försvar. Jämfört med äldre barn svarar medvetandet inte på samma sätt på smärta. Trots det kan små barn uppleva lika mycket smärta som äldre barn. Hos det nyfödda barnet dominerar det parasympatiska nervsystemet över det sympatiska. Detta innebär att det lilla barnet kan reagera vid smärta med bradykardi och blodtrycksfall, medan det äldre barnet reagerar med takykardi, ökat blodtryck och ökad andningsfrekvens (15). Den fulla mognaden av smärtsystemet nås inte förrän i tonåren (14).

Under uppväxten genomgår barn flera olika kognitiva utvecklingsstadier vilket påverkas deras förmåga att hantera smärta (16). Psykologiska faktorer som påverkar hur barn hanterar procedurrelaterad smärta inkluderar rädsla, coping och temperament. Att barn upplever rädsla inför en smärtsam procedur är vanligt, det kan bero på egen eller observerad erfarenhet. Coping innebär barnets förmåga att hantera en procedur som ger rädsla och obehag. Syftet med coping är att kunna hantera smärta, inte att bemästra den. Det har visat sig att barns copingstrategier är effektiva för att minska rädsla, smärta och oro. Yngre barn har ofta mindre copingstrategier än äldre barn vilket ställer högre krav på sjuksköterskan och föräldrarna. Temperament innebär att barnets egna karaktärsdrag kan påverka hur de hanterar smärta (14).

Procedurrelaterad smärta

Procedurrelaterad smärta är en av de vanligaste orsakerna till att barn upplever smärta, oro eller obehag i sjukvården. Procedurrelaterad smärta innebär smärta i samband med någon procedur som exempelvis blodprovstagningar, vaccinationer, suturering av sår (17). De flesta barn och föräldrar upplever procedurrelaterad smärta som den mest oroande delen inför deras sjukhusbesök (18). För att barnet ska diagnostiseras och behandlas på rätt sätt kan de behöva genomgå flera olika smärtsamma procedurer som är både skrämmande och ångestframkallande (17).

De senaste decennierna har antalet procedurer som genomförs på barn utanför operationssalen ökat, både i Sverige och internationellt. Det har inneburit att färre patienter behöver läggas in i slutenvården för kirurgiska och diagnostiska ingrepp (14). Medvetenheten om att barn behöver smärtlindring och ångestdämpande läkemedel i samband med smärtsamma procedurer har ökat. Det ställer stora krav på att den del av sjukvården som vårdar barn har rätt kompetens för att administrera rätt sedering och smärtlindring (19).

Det är viktigt att vara medveten om att ett läkemedel som endast ger sedering måste kompletteras med smärtstillande för att barnen ska få en korrekt behandling vid smärtsamma procedurer. Målet med att ge sederande läkemedel är att skapa ett avslappnat tillstånd utan att behöva söva barnet och att skapa mindre obehag och stress vid procedurer (20). Hur sjuksköterskan agerar i samband med en smärtsam procedur kan vara avgörande för hur barnet reagerar. Om sjuksköterskan är lugn och trygg, genom att vara professionell och anpassa sin kommunikation upplever barnet proceduren som mindre skrämmande och smärtsam (21).

Procedurrelaterad smärta är ett område som behöver utvecklas. Forskning visar att barn inte får optimal smärtlindring vid smärtsamma procedurer (22). För att minska obehandlad smärta hos barn krävs bättre behandlingar och bättre tillgång till behandling (17) samtidigt som fler behandlingsmodeller måste skapas för att individanpassa smärtbehandlingen till varje barn (1).

Skalor att bedöma smärta, sedering och ångest hos barn

Smärtskattning används för att synliggöra smärtan och få en bättre förståelse för smärtan samt för att få ett besked om behandlingen är tillräckligt effektiv (1). Bedömningen av smärta ligger till grund för hur barnets smärta ska hanteras och behandlas, den är också betydelsefull för den fortsatta planeringen av barnets vård och omvårdnad (6).

Smärta bör bedömas genom att det görs en utvecklingsmässig lämplig smärtbedömning hos varje barn. Alla barns smärta går att bedöma oavsett ålder eller klinisk status. Önskvärt vore

om alla barns smärta bedömdes genom att barnet själv fick beskriva sin upplevelse av smärta men detta är tyvärr inte alltid möjligt. Smärta hos barn kan då uppskattas genom observationer av ansiktsuttryck, beteenden eller genom analys av fysiologiska förändringar som exempelvis förändringar i hjärt- eller andningsfrekvens (1, 23).

Användning av lustgas inom barnsjukvård

Lustgas har använts inom barnsjukvården sedan slutet av 1990-talet vid smärtsamma procedurer, exempelvis ledinjektioner, lumbalpunktioner, sutureringen, reponering av frakturer. Lustgas är ett registrerat läkemedel som har en sederande och smärtlindrande effekt. Det medicinska namnet för lustgas är dikväveoxid och dess kemiska beteckning N_2O . Lustgas administreras genom inandning av gasen, ofta i en kombination med syrgas (30). Lustgas kan inte brytas ner av kroppen, utan gasblandningen elimineras snabbt efter administrering via utandningen (31). Den vanligaste koncentrationen som används till barn är 50% lustgas och 50% syrgas. Läkemedlet kan också administreras med 70% lustgas och 30% syrgas. Koncentrationen av lustgas påverkar den smärtstillande effekten. Studier har visat att en koncentration av 70% lustgas gav bättre smärtstillande effekt men också fler biverkningar (32).

Lustgas är ett effektivt och lämpligt läkemedel att använda vid procedursmärta hos barn över fyra år (14). I Sverige styr lokala riktlinjer eller rutiner användandet. En kombination av hälften lustgas med hälften syrgas får administreras självständigt av sjuksköterska med speciell utbildning, till barn över fyra års ålder. Om läkemedlet ska ges till barn under fyra år eller till barn med hjärt- eller lungsjukdom bör sjuksköterskan vara anesthesiutbildad alternativt mycket erfaren av lustgasbehandling för att kunna hantera eventuella komplikationer (30). Ett annat fall där lustgas bör administreras av läkare eller anesthesisjuksköterska är om barnet fått starkare smärtlindring i form av opiater eller bensodiazepiner vilket ökar risken för allvarigare biverkningar. Står barnet på psykofarmaka krävs högre kompetens hos den som administrerar läkemedlet (33).

Att låta ett barn inhalera lustgas i tre minuter innan en smärtsam procedur har både sederande och smärtlindrande effekt. Barnet upplever en känsla av värme, trötthet och tyngdlöshet. Tidsuppfattningen försvinner och ofta infaller ett drömtillstånd. Efter tre minuter har läkemedlet maximal effekt och proceduren kan starta (30). Ofta används läkemedlet i samband med distraktion eller "guided imagery", som går ut på att barnet genomgår en avslappningsövning där hen blir vägledad genom en dagdröm. Metoden används för att hjälpa patienten att fokusera på en påhittad händelse eller berättelse i stället för på proceduren och obehaget (6). När behandlingen är över ska barnet andas 100% syrgas i en minut för att vädra ut all lustgas från lungorna (30).

Lustgas är ett läkemedel med få biverkningar och de vanligaste biverkningarna är reversibla (33). Vanligaste biverkningar som noteras hos barn och ungdomar är illamående och kräkningar (32).

Det finns begränsningar i administreringen av lustgas till barn. Ett exempel kan vara att barnet måste acceptera att andas genom en mask. En annan är att läkemedlets effekt på smärta är relativt låg, lustgas kan därför behöva kombineras med andra smärtstillande läkemedel beroende på vad det är för procedur som ska genomföras, exempelvis EMLA, lokalbedövning, paracetamol, NSAID (Non-Steroid Anti-Inflammatory Drug) (34).

Problemformulering

Det senaste decenniet har antalet procedurer som utförs på barn utanför operationssalen ökat.

Det ställer höga krav på att sjukvården kan genomföra dessa procedurer på ett säkert och evidensbaserat sätt med patientens bästa i fokus. Som specialistsjuksköterska för barn och ungdomar finns ett ansvar att alltid se till barnens bästa och minska lidande genom att anlägga ett barnperspektiv och respektera barnets perspektiv i olika vårdsituationer. Om smärtsamma procedurer genomförs utanför operationssalen ska detta ske med väl fungerande smärtlindring och sedering. Detta kan leda till stora vinster, inte minst för barnet. Forskning visar att barnsjukvården har behov av bättre smärtlindring och att barn inte får optimal behandling vid smärtsamma procedurer. En behandlingsmetod vid smärtsamma procedurer är lustgas, men ämnet i fråga är outforskat inom barnsjukvård. Det är därför betydelsefullt att studera användningen av lustgas inom barn- och ungdomssjukvård.

Syfte

Syftet med denna systematiska litteraturstudie är att granska och sammanfatta användningen av lustgas vid smärtsamma procedurer på barn på akutmottagning.

Metod

Studiedesign

För att besvara studiens syfte valde författarna att göra en systematisk litteraturoversikt. Författarna valde en kvantitativ ansats vilket är lämpligt när effekten av någonting ska studeras. En systematisk litteraturstudie är en design som besvarar det aktuella vetenskapliga läget om en specifik fråga med hjälp av summering av aktuell forskning. Studiedesignen kännetecknas av att den är opartisk, omfattande och grundlig. En systematisk litteraturoversikt ska vara reproducerbar, vilket innebär att den ska kunna upprepas av någon annan med ett liknande resultat. Studiedesignen ska tydligt kunna redogöra för ett systematiskt urval, sökning och granskning av artiklar samt en sammanställning av resultatet (35).

Sökning

I början gjordes testsökningar för att hitta relevanta sökord och för att få en översikt över det nuvarande kunskapsläget inom ämnet. Den mest omfattande testsökningen genomfördes i PubMed och Scopus men även i Cinahl. Sökprocessen inleddes med fritextsökningar i för att förstå vad som fanns skrivet om ämnet i vetenskapliga artiklar. Testsökningen gav en uppskattning av vilka litteraturstudier och frågeställningar som var aktuella inom ämnet. I detta arbete användes även Cochrane Centre and Library (35).

I testsökningarna användes sökorden *child*, *experience*, *procedural pain*, *nitrous oxide*, *emergency service*, *hospital*, *acute pain*. Termerna hämtades från Mesh och Cinahl- headings.

Författarna använde PEOT (Population, Environment, Outcome, Type of study) för att skapa sökord som passade till studiens syfte. Testsökningarna pågick från mitten av november 2020 till mitten av december 2020. Utifrån denna förundersökning upptäcktes att det finns få randomiserade kontrollerade lustgasbehandlingsstudier på barn inom akutsjukvården. De flesta studierna beskrev lustgasbehandling inom barntandvård eller barnoperation/anestesi.

Tabellen nedan visar författarnas formulering för PEOT.

P	E	O	T
---	---	---	---

Population	Environment	Outcome	Type of study
Barn 0–18 år	Lustgasbehandling på akutmottagning	Lustgasens användningsområden Lustgasens bieffekter?	Kvantitativa studier; RCT-studier, Observationsstudier, Kohortstudier.

Litteratursökningen genomfördes i Cinahl, PubMed och Scopus som ansågs relevanta för omvårdnadsforskning (36).

En sökstrategi formulerades, vilket innebar att hitta sökord som svarar på syftet och sedan kombinera sökorden med booleska termer som AND, OR och NOT för att öka träffsäkerheten. För att hitta lämpliga sökord användes både Mesh-termer och Cinahl-headings. Sökord har även hittats genom manuella sökningar där relevanta artiklars nyckelord har använts. Först söktes varje sökord för sig, för att sedan koppla ihop orden i olika kombinationer med booleska termer. Genom att göra flera olika sökningar med olika synonymer kunde sökord systematiskt väljas ut. För att skapa en söksträng som resulterar i en systematisk litteratursökning kombinerades sökorden i olika sökblock. Under tiden sökblocket byggdes upp provades ett block för att begränsa sökningen till enbart randomiserade kontrollerade studier, men sökningarna blev för snäva. När en söksträng skapats användes den eller en likvärdig vid en sökning i varje databas.

Söksträng

Samtliga huvudsökningar i de tre databaserna genomfördes 2020-12-22. Olika söksträngar användes i de olika databaserna men med likvärdiga ord. Se Bilaga 2.

Totala sökträffen redovisas i tabellen nedan.

PubMed	Cinahl	Scopus	Totalt
288	4	150	442

Datainsamling

För att hitta relevanta artiklar som svarar på studiens syfte och för att avgränsa sökresultatet är det värdefullt att arbeta utefter inklusions- och exklusionskriterier (35).

Inklusionskriterierna var:

- Artiklarna skulle vara etiskt godkända alternativt skulle det vara tydligt beskrivet i metoddelen att de följer Helsingforsdeklarationen.
- Artiklarna skulle vara skriva på engelska eller svenska.
- Artiklarna skulle undersöka effekten av lustgas för barn vid smärtsamma procedurer/ ingrepp.
- Barn mellan 0 och 18 år.
- Forskningen skulle vara genomförd på en akutmottagning.
- Studier med kvantitativ design.
- Artiklar med hög eller medelhög kvalitet

Exklusionskriterier var:

- Kvalitativa artiklar och systematiska litteraturöversikter. Fallstudier/Case studier.
- Artiklar som handlade om effekten av lustgas till barn på andra vårdinstanser som inte är en akutmottagning.
- Artiklar som ej var tillgängliga i fulltext på Göteborgs universitetsbibliotek.
- Artiklar som inte handlade om smärtsamma procedurer på akutmottagningen
- Artiklar med låg kvalitet.

Urval

När sökningen var gjord valdes artiklar efter titel relaterat till studiens syfte, inklusions- och exklusionskriterier. Därefter lästes artiklarnas abstrakt igenom för vidare exkludering. De artiklar som efter genomläsning av abstracts fortfarande verkade intressanta för studiens syfte lästes igenom i fulltext.

Totalt gav söksträngen 442 träffar, efter titelläsning återstod 67 artiklar. Efter att läst abstracts på de 67 artiklarna återstod 21 artiklar, varav 8 av dem var dubletter från PubMed och Scopus. När dubletterna var utsorterade återstod det 13 artiklar som lästes i fulltext och som författarna granskade för att se om de passade in på studiens inklusionskriterier. Det resulterade i att ytterligare en artikel exkluderades. De återstående 12 artiklarna var sedan de som användes i det slutliga resultatet. Orsaker till att artiklar exkluderades var att de inte uppfyllde inklusionskriterierna. Under urvalsprocessen kvalitetsgranskades artiklarna, utifrån kvalitet och etiska överväganden av båda författarna. Endast artiklar av hög eller medelhög kvalitet blev inkluderade.

Dataanalys

När de valda artiklarna lästes i fulltext, gjorde båda författarna en relevansbedömning. Enligt anvisningarna för litteraturstudie från Statens beredning för medicinsk och social utvärdering, ska två personer läsa artiklarna för att bedöma om de är relevanta eller ej (37). Då aktuell forskning inom ämnet var begränsad har författarna valt att använda artiklar med olika kvantitativa designar i analysen, randomiserade kontrollerade studier, prospektiva randomiserade, prospektiva observerande studier och prospektiva kohortstudier.

Alla artiklar som inkluderades har kvalitetsgranskats. Granskningen görs för att författarna ska kunna bedöma i vilken utsträckning studiens resultat beror på systematiska fel så kallat bias (37). Artiklarna granskades utifrån Caldwell's granskningsmall. Caldwell's granskningsmall är gjord för att kunna bedöma flera olika typer av studier, både kvantitativa och kvalitativa. Författarna har var för sig granskat dem utifrån granskningsmallen för att bedöma kvaliteten på artiklarna och under granskningen gjordes gradering av artiklarna.

Mallen består av 18 frågor och varje fråga graderades utifrån påståendena Nej=0 poäng, Delvis=1 poäng och Ja=2 poäng. Sammanlagt kunde en artikel få max 36 poäng. Gränsvärdet för hög kvalitet var 30–36 poäng och för medelhög kvalitet 21–29 poäng. Innan hade författarna bestämt en “cut out point” vilken var 20 poäng, vilket innebar att artikeln hade för låg kvalitet för att delta i studien och blev därmed exkluderad (35).

Efter sammanställningen av resultatet bedömdes artiklarna evidens utav GRADE-systemet. Evidensgraderingen innebär en fyrgradig skala med starkt, måttligt starkt, begränsat och otillräckligt. När tillförlitligheten i studierna bedöms måste hänsyn tas till hur stor risken för systematiska fel är i studierna och hur mycket studierna motsätter sig varandra. Hänsyn till hur stor risken är för publikationsbias, bristande överförbarhet och hur stor den statistiska osäkerheten är bör också beaktas (37). Randomiserade studier har en stark evidensstyrka när det handlar om att utvärdera effekter av en behandling. Kohort, fall-kontroll och observationsstudier har en begränsad evidensstyrka. Fallstudier och tvärsnittsstudier ses som otillräckliga i evidensstyrka (37). I denna litteraturöversikt inkluderades sex randomiserade kontrollerade studier, två kohort- och fyra observationsstudier. Sex artiklar bedömdes som hög evidensstyrka och sex artiklar bedömdes som begränsad evidensstyrka, sammantaget bedömdes evidensstyrkan som måttligt starkt.

Resultatanalys

I analysen av artiklarnas resultat har författarna gått efter “tre stegs” processen enligt Bettany-Saltikov och McSherry (35). Författarna har enskilt läst varje vald artikel flera gånger för att inte påverkas av varandra och av vad som står i resultatet för att sedan sammanfatta artiklarnas resultat och deras betydelse. Under denna process skapades en artikelmatris för att skriva en kort sammanfattning av artiklarna samt för att göra det enklare att arbeta med materialet. En artikelmatris underlättar för att analysera och strukturera materialet i studierna mer systematiskt, se Bilaga 1 (36). Därefter kunde författarna stegvis analysera resultatet. Den relevanta extraherade datan för studiens syfte skrevs sedan över till ett eget dokument från varje artikel, för att hitta sambandet mellan artiklarna och svara på studiens syfte. Sammanställningen av resultatet indelades slutligen i fem teman.

Forskningsetiska överväganden

Helsingforsdeklarationen är den mest välkända etiska koden för medicinsk forskning. I den beskrivs etiska principer vid forskning som involverar människor. Vid all medicinsk forskning som involverar patienter är forskaren skyldig att skydda personernas hälsa, värdighet och integritet (38). I Sverige finns även en lag som styr etikprövning av forskning som avser människor. Syftet med den lagen är att all forskning ska utföras med respekt för människovärdet och att skydda den enskilda människan som ingår i forskningen (39).

Innan en litteraturöversikt görs måste en del etiska överväganden göras, det är viktigt att en forskningsstudie kan motiveras etiskt (36). Studien ska kartlägga ett område som är betydelsefullt och resultatet ska skapa förbättring för patienten.

I Helsingforsdeklarationen krävs det att den genomförda forskningen på barn är omöjlig att utföra på vuxna patienter. Forskningen måste vara relevant för barn och även barn som inte ingår i studien ska kunna ha nytta av resultatet. Vidare beskrivs det att det är mycket viktigt att forskningen utgör liten risk för barnets hälsa (38).

I denna litteraturöversikt ingår enbart artiklar som är forskningsetiskt godkända, vilket innebär att de har blivit godkända av en etisk kommitté. Om detta ej fanns tydligt skrivet i text inkluderade författarna artikeln om det fanns etiska överväganden beskrivna.

Författarna har under arbetets gång arbetat med akademisk hederlighet vilket innebär att inte plagiera, vilseleda eller förvränga resultat och metoder till egen vinning.

Resultat

I resultatet inkluderades 12 artiklar (40–51). Deltagarna i studierna var mellan 1–17 år. Två studier var genomförda i Schweiz (40, 41), två i Israel (47, 48), tre i Australien (49–51) och fem studier i USA (42–46). I studierna genomgick deltagarna följande ingrepp och procedurer; abscessdränering, borttagning av främmande kropp, intravenös infart, laceration, ortopedi, tvättning av sår och brännskador.

I tre artiklar jämfördes lustgas med ”standardvård”. Standardvård innebar att barnen fick grundläggande smärtlindring, lokalbedövning, fasthållning, tröst och extra lidokain (43, 46, 47).

I Bilaga 5 beskrivs artiklarnas resultat i en tabell. Tabellen visar vilken procedur barnen genomgick, vilken typ av studie, deltagarnas ålder, vilka utfallsmått som studierna använde sig av och vad som framgick i studiernas resultat.

Resultatet presenteras i fem olika teman; *bieffekter*, *smärtlindrande effekter*, *avslappnings- och medvetandenivåer*, *oro/ångest före- och efter procedur*, *procedur- och återhämtningstid*.

Bieffekter

Resultatet visar att N₂O ger få och milda bieffekter (40–51). Samtliga artiklar beskrev att den största andelen patienter som fått N₂O inte upplevde några bieffekter. De vanligaste bieffekterna som noterades hos barnen var illamående, kräkning och yrsel. Ett fåtal barn upplevde agitation/ hallucinationer och eufori (40–51). I två av studierna noterades även allvarligare bieffekter, desaturation och bröstsmärta (50, 51)

Det sågs en viss skillnad i bieffekter om N₂O gavs i en 50 % koncentration eller i en 70 % koncentration, en högre koncentration av N₂O gav ökade bieffekter. Bieffekter i form av agitation/hallucinationer förekom endast i gruppen som fått 70 % N₂O (50). De två mer allvarliga bieffekterna som noterades var hos barn som fått 70 % N₂O. Även en studie som inte beskrivit vilken koncentration N₂O som använts vid procedurerna har noterat en stor biverkning i form av andningsbesvär (51). I samma studie noterades även att 17 % av barnen hade svårt att acceptera andningsmasken som används vid N₂O - behandlingen. Ofta visade det sig i början av proceduren men med avledning och distraktion gick de flesta behandlingar att slutföra (51). En annan studie visar att barn som fick N₂O vid procedurer hade lättare att acceptera andningsmasken än barn i kontrollgruppen som fick syrgas som tenderade att slita bort masken (42).

Av de 12 artiklarna var det en där författarna kontrollerade bieffekter efter hemgång. Uppföljningssamtalet med barnen skedde 24 timmar efter avslutad behandling för att ta reda på eventuella bieffekter. Det påvisades att ett barn hade upplevt illamående under de 24 timmarna, inga andra bieffekter framkom i studien (44).

Studier där N₂O jämfördes med Midazolam och intranasalt Fentanyl visade att när N₂O kombinerades med andra läkemedel kunde det bidra till ökade bieffekter (40, 46). I en jämförelse av N₂O med eller utan i kombination av intranasalt Fentanyl framkom att fler barn som fick N₂O kombinerat med intranasal Fentanyl upplevde illamående jämfört med de barn som enbart fick N₂O (40). En annan jämförelse mellan N₂O och Midazolam visade att barnen som fick lustgas kräktes oftare än de barn som fick Midazolam. Övriga bieffekter var färre hos barnen som fick N₂O jämfört med de som fick Midazolam (46).

Smärtlindrande effekter

Smärtskalor

I fyra studier fick barnen själva skatta sin smärta och i tio studier användes validerade självskattningsskalor. För de yngre barnen användes observationsskalorna FLACC (41, 43, 47) och CHEOPS (42, 44). De äldre barnen skattade själva med VAS (45, 46, 49). I en av de tre studierna skattade även läkarna by proxy (45) och i en annan fick föräldrarna skatta sitt barn by proxy enligt VAS om hen var yngre än 5 år (49). Dessa två artiklar använde även Faces Pain Scale - revised (FPS-R) (45, 49). En annan artikel använde sig också av två självskattningsskalor, NRS och MBPS, som hjälpte författarna att utvärdera procedursmärta (41). Två artiklar använde sig av en observatör baserad smärtskala CHEOPS (42, 44). Ytterligare en skala som användes var Numeric Pain Scale (NPS) (48). Två artiklar använde sig av icke validerade skalor (40, 51), ena bedömde deltagarna efter en 4-punkt skala; 1; är patienten lugn, 2; tecken på smärta, 3; orolig, 4; proceduren avbruten (51).

Majoriteten av de analyserade artiklarna (40, 41, 43–49, 51) beskrev att N₂O har en god smärtlindrande effekt vid procedurer hos barn. De flesta studierna använde ytterligare läkemedel utöver N₂O, exempelvis paracetamol eller NSAID. En studie använde sig av kodein som ett tillägg, till 12,1 % av sina deltagare (49). Två studier visade att N₂O hade otillräckligt smärtstillande effekt (45, 49).

Den smärtlindrande effekten skilde sig något beroende på deltagarnas ålder, vilken typ av procedur de genomgick och om N₂O jämfördes med något annat läkemedel. Barn som fick N₂O under smärtsam procedur upplevde att smärtan minskade jämfört med innan N₂O - behandlingen (44). Fyra studier utvärderade smärtan under proceduren i N₂O med observationsskalan FLACC, där majoriteten av barnen fick låga poäng vilket indikerade på låg eller mild smärta (43, 46–48).

Den smärtlindrande effekten av N₂O var otillräcklig vid mer smärtsamma procedurer som exempelvis reponering av frakturer (45, 49). Det var svårt att utvärdera om tillägg av intranasalt Fentanyl till N₂O gav någon skillnad i den smärtstillande effekten. Barn som fick N₂O i kombination med Fentanyl upplevde i högre utsträckning smärta än de barn som enbart fick N₂O vilket kan bero på att de genomgick mer smärtsamma procedurer än de barn som enbart fick N₂O (40, 41).

Tre studier visade att yngre barn som fick N₂O vid en smärtsam procedur upplevde mer smärta än äldre barn, främst vid sårbehandling och frakturmanipulation (44, 47, 48). När barns smärta bedömdes av observerande läkare så hade barn yngre än tre år betydligt högre smärtpoäng än barn äldre än tre år (48). En studie visade liknande resultat, fast att barnen under fem år upplevde mer smärta (p= 0,049) (49). För barn äldre än åtta år fanns det ingen signifikant skillnad i smärtpoäng innan sårbehandlingen, under sårbehandlingen däremot var smärtan betydligt mindre hos de barn som fått lustgas jämfört med placebo (p <0.05) (44).

Avslappnings- och medvetandenivåer

Medvetandeskalor

Tre olika skalor har använts i studierna för att mäta nivån hur avslappnade barnen var under N₂O - behandlingen. En artikel använde University of Michigan Sedation Scale (41). Två använde Children's Hospital i Wisconsin 5 (49, 50) och en artikel använde sig av AVPU (46).

Fyra artiklar beskrev att barnen var tillräckligt avslappnade under N₂O - ruset (41, 46, 49, 50). Tre artiklar beskrev att barnen inte var tillräckligt avslappnade eller djupt avslappnade (42, 49, 50).

Fyra studier visade att N₂O hade en tillräcklig avslappnande effekt (41, 46, 49, 50). N₂O gav en mild avslappningsnivå och deltagarna låg mellan 3 - 5 på Wisconsinsskalan, vilket innebär att patienten blev dåsig men var lätt att väcka till medvetenhet med verbal stimulans och hen hade ögonen öppna eller stängda (49, 50).

Det noterades en signifikant fördjupning i avslappningen hos gruppen som fick 70 % N₂O ($p=0,002$) några av deltagarna visade episoder med djup avslappning (50). Det fanns ingen signifikant skillnad i avslappningsdjup ($p=0,7$) eller avslappningspoäng ($p=0,9$) i relation till barnens ålder (50). Ingen skillnad i avslappning sågs om N₂O kombinerades med intranasalt Fentanyl eller Midazolam (41, 46).

I tre studier hade ett litet antal av deltagarna otillräcklig eller för djup avslappningsnivå (42,49,50). N₂O kunde ge en för djup avslappning, där barnen endast svarade på djup smärtstimuli (42, 49). I en studie fick ett mycket litet antal behandlingar avbrytas då N₂O inte gav en tillräcklig avslappnings nivå (49).

Oro/Ångest under och efter proceduren

Oro/Ångest skala

För att mäta ångest och oro användes tre validerade skalor i tre artiklar. Observational Scale of Behavioral Distress-Revised (OSBD-R) (46) samt Modified-Yale Pre-operative Anxiety Scale (M-YPAS) (43). En artikel observerades barnets beteende före och under suturering av sår. De skattades enligt en skala 1–4. Beteendena före procedur var om barnen samverkade under undersökning, gråter vid beröring vid sår, gråter generellt under undersökning eller okontrollerat gråtande. Under proceduren bedömdes om barnet samverkade eller sov, återkommande gråt, kontinuerligt gråtande eller okontrollerat gråtande (42). I de övriga artiklarna observerades ångest/oro utan validerad skala (40, 41).

Fem artiklar beskrev att N₂O fungerade som ångestdämpande vid smärtsamma procedurer (40–43, 46, 47).

Barn som fick N₂O upplevde den som dämpande för deras oro och ångest (40–43, 46, 47). De som fick N₂O behövde lägre grad av fasthållning under proceduren (47). När ångest och oro bedömdes efter en procedur upplevde de barn som fått N₂O väsentligt mindre oro och ångest än de som inte fått N₂O. Enligt M-YPAS skala var det 3 i standardgruppen och -4 i gruppen med standardvård kombinerat med lustgas ($p < 0,001$) (43). Endast ett barn i gruppen som fick N₂O upplevde oro/ ångest under proceduren jämfört med tre barn i kontrollgruppen ($p < 0,001$) (42). Det framkom också att N₂O effekten mot oro och ångest i de flesta fall är

tillräcklig och det finns ingen fördel med att kombinera N₂O med midazolam för att öka effekten (46).

Två studier som kombinerade N₂O med intranasalt Fentanyl hade bättre effekt mot oro och ångest än enbart N₂O. De barn som fick N₂O i kombination med intranasalt Fentanyl upplevde ingen ångest överhuvudtaget jämfört med de barn som enbart fick N₂O där viss oro och ångest noterades (40, 41).

Procedur- och återhämtningstid

Lustgas gav kortare procedur- och återhämtningstid jämfört med andra behandlingar (45–47, 51). Lustgas lämnar kroppen snabbt efter behandlingen vilket leder till att återhämtningen blir kort (47).

Lustgas hade en avsevärt mycket kortare återhämtningstid jämfört med Midazolam (46). En annan studie visade att lustgas jämfört med regional anestesi hade en betydligt kortare genomsnittlig procedurtid. Den genomsnittliga procedurtiden för regional anestesi var 61,5 minuter medan de barn som behandlades med lustgas hade genomsnittlig procedurtid på 41,1 minuter (45).

Procedur- och återhämtningstid påverkades inte av att kombinera N₂O med intranasalt Fentanyl (40). Liknande resultat beskrevs i studien av Duchicela et al. (43) som jämförde N₂O med standardbehandling, det fanns ingen skillnad på procedurens längd eller återhämtning i någon av grupperna.

Diskussion

Metoddiskussion

Att tydliggöra studiens styrkor och svagheter gör det lättare för läsaren att bedöma resultatets validitet och reliabilitet. Genom att presentera studiens svagheter gör författarna det tydligare för läsaren vad som hade kunnat förbättras i studien (35).

En av studiens styrkor är att båda författarna systematiskt har arbetat med alla steg i litteraturstudien. Artiklarna har självständigt valts ut från sökresultatet utifrån inklusions- och exklusionskriterier. Båda författarna har läst, granskat och extraherat data från artiklarna för att minska risken för bias och fel, samtidigt som det ökar validiteten och reliabiliteten (35).

I denna studie har en söksträng skapats som använts i tre olika databaser, Cinahl, PubMed och Scopus. De databaserna har olika fokus och bedömdes kompletterade varandra väl inom området som skulle studeras. Författarna tog hjälp av Göteborgs universitetsbibliotek vid flera tillfällen för att strukturera upp litteratursökningen och öka sökresultatet. Rådet från bibliotekarie var bland annat att söksträngen behöver anpassas till respektive databas. I PubMed användes Mesh-termer som sökord och i Cinahl-headings termer. Samtliga sökord har en likvärdig betydelse. PubMed och Scopus var de databaser som innehöll artiklar som svarade på syftet. I Cinahl gav sökningen ingen artikel som författarna kunde använda i resultatet. Orsaken till det är troligen att sökningarna handlade om lustgas och att Cinahl främst innehåller forskning inom omvårdnad. Enligt Bettany-Saltikov och McSherry (35) är det en styrka med denna studie att författarna har skapat en sökning i varje databas, för att

hitta alla relevanta artiklar inom ämnet som svarar på studiens syfte. Det visar att litteraturstudien är av god kvalitet.

I resultatet har författarna enbart inkluderat artiklar som hittats genom systematiska sökningar. Inga artiklar har identifierats genom andra källor, vilket minskade risken för att resultatet skulle påverkas i en viss riktning. Det bedöms vara en styrka med den aktuella studien.

En annan styrka med studien är att samtliga av de artiklar som inkluderats i resultatet har medel eller hög kvalitet vid granskning. Alla artiklar utom en är etiskt godkända, antingen av etisk kommitté eller av sjukhusens egen etiska granskningsnämnd. Den artikel som inte beskrivit etiskt resonemang är publicerad i en tidskrift som enbart publicerar evidensbaserade originalartiklar och anses av den anledningen kunna inkluderas i resultatet. En studie som har godkännande från en etisk kommitté ses som tillförlitlig och har bra validitet. De artiklarna har ett högre vetenskapligt värde än artiklar som inte är godkända (35).

En svaghet med aktuell studie är att ett inklusionskriterium var att artiklarna skulle vara skrivna på svenska eller engelska på grund av att författarna inte behärskar andra språk. Genom att utesluta artiklar skrivna på andra språk minskade risken för tolkningsfel samtidigt som det kan ha medfört att forskning som svarar till syftet hamnat utanför författarnas sökresultat och vetenskap. En annan svaghet är att ett inklusionskriterium var att artiklarna skulle finnas i fulltext på Göteborgs universitetsbiblioteks hemsida. Det kan ha påverkat litteraturöversiktens resultat och leda till bias då samtliga artiklar som framkommer vid sökningen egentligen ska ingå (35).

Efter artikelsökningen hade författarna 442 artiklar att läsa igenom titel och abstrakt på. En svaghet i studien är att den mänskliga faktorn kan ha gjort att någon artikel felaktigt sällats bort då det kan vara svårt att hålla koncentrationen. För att minska den risken har artiklarna screenats igenom flera gånger av båda författarna.

Kvalitén på artiklarna som ingår i en systematisk litteraturöversikt är avgörande för om studien ska ses som välgjord och av god kvalitet. De inkluderade artiklarna har kvalitetsgranskats enligt Caldwell's granskningsmall. Det finns flera olika mallar att använda vid kvalitetsgranskning, anledningen till att Caldwell's valdes var att den går att använda på flera olika studiedesigner. Om exempelvis SBU's granskningsmall hade valts, hade flera olika mallar krävts vilket kunde lett till förvirring eller att mallarna blandades ihop. En svaghet i studien kan vara att författarna själva granskat och värderat artiklarna, en styrka är dock att båda författarna granskat och värderat dem oberoende av varandra. Om författarna satt olika poäng på artiklarna diskuterades de tillsammans och ett medelvärde sattes.

Målet med studien från början var att enbart inkludera randomiserade kontrollerade studier där lustgas jämfördes med något annat läkemedel. RCT-studier har en hög evidensstyrka och hade skapat det tydligaste och renaste resultatet. När testsökningarna inleddes fanns det inte tillräckligt med aktuell information inom ämnet och hade ej bedömts som tillräcklig och därför inkluderades flera kvantitativa designer för att få ett bredare resultat som svarade på syftet (37). Utifrån SBU:s GRADE-system har aktuella evidensen för studiens resultat bedöms vara måttligt starkt. På grund av att sex av tolv artiklar är av begränsad kvalitet och resterande sex artiklar stark kvalitet.

Resultatdiskussion

Syftet var att granska och sammanfatta användningen av lustgas vid smärtsamma procedurer på barn på akutmottagning. I studien redogörs att lustgas har en viss smärtlindrande effekt, däremot ej tillräcklig vid procedurer som är mycket smärtsamma, ett ytterligare komplement av smärtlindrande läkemedel behövs i dessa fall (40, 41, 43–49, 51). Resultatet påvisade att lustgas minskar barns oro och ångest (40–43, 46), har en god sederande effekt (41, 46, 49, 50), ger korta procedurer och kortare återhämtningstid (45–47, 51) samt har få bieffekter (40–51). Evidensen vid smärtlindrande effekt, bieffekter, procedur- och återhämtning samt oro och ångest bedömdes som måttligt stark. Evidensen av den sederande effekten bedömdes vara lägre till begränsad då endast två av sex artiklar hade en kvalitet som bedömdes stark.

Att barns smärta ofta är underbehandlad under deras besök på akutmottagningen är känt. Det är ett väldokumenterat problem i akutmiljö att barn inte får tillräcklig smärtlindring. Om man jämför med vuxen sjukvård får barn mindre smärtlindring än vuxna vid jämförbara medicinska tillstånd (52). Lustgas som har en viss smärtlindrande effekt, ger avslappning samt lindrar oro/ångest men har få bieffekter och är en behandling som kan minska barns obehandlade smärta på akutmottagningen. En stor fördel med lustgas är att det har få bieffekter, de flesta barn som får lustgas upplever inga bieffekter. Att lustgas ger få bieffekter gör också att det är ett lätt läkemedel att använda, det krävs ingen övervakning av patienten, det krävs inte att särskild utbildad anestesipersonal är närvarande (53). Att lustgas har en kort procedurtid och återhämtning är en annan stor fördel när behandlingen används på akutmottagningen eftersom patienterna ska vistas där så kort tid som möjligt (53). Det krävs inte heller att patienten stannar kvar för observation efter genomgången behandling vilket är en fördel på akutmottagningen (53).

Reflektion om resultatets smärtlindrande effekter

I resultatet framkom det att lustgas har en viss smärtlindrande effekt till barn vid smärtsamma procedurer. Lustgas har jämförts med andra behandlingsalternativ i artiklarna exempelvis lokalbedövning, intravenös regional anestesi, syrgas, standardbehandling och Midazolam. Samtliga resultat visar att lustgas gav bättre smärtlindring än den jämförande behandlingen (40, 41, 43–49, 51). Resultatet styrks i ytterligare forskning av Ekbom et al. (54), där författarna beskriver att lustgas är en effektiv metod för att behandla smärta vid procedurer såsom intravenös infart.

Vid procedurer som är mer smärtsamma, behövs lustgasen kompletteras med ytterligare smärtstillande läkemedel. Detta visades i resultatet när barnen genomgick reponering av frakturer. De studier där enbart lustgas används vid sådana procedurer är inte etiskt rätt att genomföra. Av den anledningen har barnen i flertal av våra inkluderade studier fått någon mer smärtlindring innan behandlingen med lustgas exempelvis paracetamol, NSAID, kodein eller lokalbedövning. I Brown et al. (55) upptäckte författarna under studiens gång att det inte var etiskt rätt att fortsätta med deras studie, då ena gruppen fick lustgas och kontrollgruppen enbart fick syrgas vid den smärtsamma proceduren. Det bekräftas i Tsze et al.'s (56) studie där det beskrivs att lustgas som enda behandling vid mycket smärtsamma procedurer kan leda till otillräcklig sedering och smärtlindring, författarna betonar vikten av att vara medveten om det för att kunna optimera lustgasbehandlingen genom att vid behov komplettera med andra behandlingsalternativ. Av författarnas erfarenhet är reponering av frakturer en vanlig procedur som genomförs under lustgasbehandling på akutmottagning, för att minska barns upplevelse av

obehandlad smärta är det viktigt att vara medveten om att lustgas som enda behandling inte alltid är tillräckligt vid dessa procedurer.

Om barnet fått någon starkare smärtlindring såsom opiater eller bensodiazepiner inför behandlingen med lustgas bör den administreras av läkare eller utbildad anestesijuksköterska då det ökar risken för allvarliga biverkningar (33). I en studie som använts i resultatet fick en del av deltagarna kodein i smärtstillande syfte inför lustgasbehandlingen (49). Enligt Läkemedelsverkets riktlinjer ska kodein inte ges till barn då det finns risk för underbehandling och överdosering. Det observandum gör att resultatet från den studien kanske inte blir applicerbart i Sverige (14).

Vid mycket smärtsam procedur är det viktigt att avgöra när behandling med lustgas inte är lämplig och inte tillräcklig. Behandlingen passar inte alla barn trots indikationen (53). Behandlingen ska inte genomföras om den inte gynnar barnet och kan ge likvärdig vård som om barnet hade sövts under proceduren. Den ska inte genomföras i endast syfte att spara tid och pengar för sjukvården. Då risken blir att barnet blir utsatt för en behandling som inte är tillräcklig eller att proceduren inte blir smärt- och ångestfri (53). För barnsjuksköterskan som enligt sin kompetensbeskrivning ska arbeta utifrån barnkonventionen och NOBAB är det viktigt kunskap (4, 10). I alla beslut som rör barn ska barnets bästa alltid vara i fokus (9). En av sjuksköterskans grundläggande ansvar är att främja hälsa och lindra lidande (12). Med hjälp av denna granskning och sammanfattningen av lustgas kan barnsjuksköterskan som arbetar utifrån ett barnperspektiv skydda barnen från onödigt obehag och smärta i deras utsatta situation.

Författarna har under arbetet med denna studie sett det finns få studier gjorda som studerar hur barnen själv upplever en smärtsam procedur i lustgas på akutmottagningen. För att hälso- och sjukvården ska kunna arbeta utifrån ett barnperspektiv som respekterar deras tidigare erfarenheter hade det varit av stort värde att få veta barnets egen upplevelse av lustgas. Författarna har sett att i flertalet studier är det föräldrar eller sjukvårdspersonal som skattar barnens smärta under lustgasbehandlingen, vilket inte ger en korrekt bedömning. I de studier där personal och föräldrar utförde smärtskattning med hjälp av VAS (45, 49) faller den bedömningen under by proxy. Det innebär att en förälder eller personal utför den skattning de själva förväntar sig att barnet skulle svara (14). Den typen av smärtskattning kan inte likställas med barnets egen bedömning av smärta utan får i stället ses som ett hjälpmedel. Forskning visar att läkare, sjuksköterskor och även föräldrar tenderar till att underskatta barns smärta jämfört med när barnet själv skattar sin smärta. Att smärtan tenderar att underskattas är oberoende av barnets ålder och typ av skada eller procedur (52). Det är viktigt att tänka på att det kan påverka resultatets pålitlighet i de studier som använt dessa smärtskattningsskalor. Att barnet själv får rapportera sin smärta anses vara den mest pålitliga indikatorn för att bedöma smärtan och smärtupplevelsen. En förståelse för barnets smärtupplevelse är nödvändig för att optimera behandlingen (52). Om barnet själv får skatta sin smärta är det för barnsjuksköterskan lättare att anpassa vården efter barnets behov och önskningar och på så sätt respektera barnets perspektiv (5).

En anledning till att det finns få RCT-studier gjorda där lustgas jämförs med något annat läkemedel till barn vid smärtsamma procedurer kan vara att det är svårt att jämföra lustgas med andra läkemedel då det är många faktorer som påverkar vid administration av lustgas. Jämfört med andra läkemedel som har sederande och smärtstillande effekt är det fler faktorer som ska sammanfalla. När lustgas ska administreras till barn är sjuksköterskans inställning och erfarenhet av lustgas betydande för hur behandlingen blir, hur är miljön runt barnet, har barnet tidigare erfarenheter av lustgas, hur delaktiga är föräldrarna, tolererar barnet

inhalationsmasken är exempel på faktorer som påverkar behandlingen. Eftersom det är många faktorer som påverkar, kan resultatet av en studie med lustgas bli svår att jämföra med en annan behandlingsmetod.

Reflektion om resultatets bieffekter

Tidigare forskning beskriver att illamående och kräkningar är de vanligaste bieffekterna som barn upplever av lustgas. Eufori, drömmar och förändring i syn- och hörseluppfattning är också vanligt förekommande. Det framkom inga allvarliga bieffekter och de som noterades var övergående och försvunna inom fem minuter (32). Lustgas ses som en säker behandlingsmetod för barn vid smärtsamma procedurer (53). Liknande resultat ses i den här litteraturöversikten där majoriteten av artiklarna visar att lustgas ger få bieffekter till barn. Att använda lustgas som behandlingsmetod vid smärtsamma procedurer på en akutmottagning för barn är ett bra val eftersom den ger så få bieffekter. Det krävs ingen övervakning av vitalparametrar under proceduren, en sjuksköterska med kunskap om lustgas kan självständigt administrera läkemedlet upp till 50% lustgas efter lokala riktlinjer och det krävs ingen övervakning när behandlingen är avslutad. Så länge kompetent personal har tillgängligt den viktigaste återupplivningsutrustning (57). De vanligaste bieffekterna som läkemedlet ger yrsel, kräkning och illamående kan en sjuksköterska hantera självständigt. Resultatet visar även att det är få barn som upplevt några bieffekter efter hemgång från akutmottagningen.

Tidigare forskning beskriver att en högre koncentration av lustgas ger bättre smärtlindring men samtidigt fler bieffekter (32). En studie i resultatet bekräftar det där en koncentration på 70 procent lustgas gav bättre smärtstillande effekt än en koncentration på 50 procent. En annan studie som inte bekräftar tidigare forskning visar att en högre koncentration lustgas inte gav ökade effekter utan att de var samma oavsett koncentration (54). En koncentration på 50 procent lustgas har visat sig ge otillräcklig smärtlindring vid mer smärtsamma procedurer som exempelvis reponering av frakturer. Författarna anser om studier påvisar att högre koncentration av lustgas ger mer smärtlindring, skulle det öka lustgasens användningsområde på akutmottagningen då mer smärtsamma procedurer som reponering av frakturer är vanligt förekommande.

Reflektion om artiklarnas metoder

Studierna som återfinns i vårt resultat varierar mycket i storlek, sju av de tolv artiklarna kan ses som små studier, där mindre än 100 barn deltog i respektive studie. I de resterande fem artiklarna är populationen större, varierande mellan 124 som lägst och 762 som störst. Studier med få deltagare kan ha svårare att visa signifikanta skillnader i sitt resultat vilket kan leda till svårigheter i att bevisa behandlingseffekt. Stora studier ses ofta som mer välplanerade och det är lättare att få fram ett pålitligt resultat. I Seiler et al. (40) deltog 442 barn, de var i åldrarna mellan 2 och 16 år. 442 deltagare kan tolkas som en ganska stor grupp och tillräckligt stor för att resultatet ska kunna generaliseras och risken för bias försvinna. Åldersspannet på barnen som ingick i studien var brett och representerar populationen barn väl. I studien av Duchicela et al. (43) var det endast 82 barn mellan 3 och 12 år som deltog. Ett resultat från en sådan liten studie med så specifikt urval kan vara svårt att generalisera.

I artiklarna var det olika stort bortfall av vilka som inte ville medverka i studierna. I tre olika artiklar beror bortfallet på att föräldrarna inte ville att deras barn skulle delta i studien (46–48). I Bar-Meir et al. (47) exkluderades ett barn då föräldern ej godkände studien, i Luhmann et al. (46) var det 41 barn som inte deltog på grund av föräldrar som inte ville och för att det var för mycket att göra på akutmottagningen och Keidan et al. (48) exkluderades fyra barn

från studien då föräldrarna inte ville att de skulle medverka. I Seiler et al. (41) var det ett bortfall på två barn, ingen orsak till bortfallen finns beskriven. I Frampton et al. (51) var bortfallet två barn som inte kunde fullfölja behandlingen och i Gamis et al. (44) var det ett barn som exkluderades då hen inte tolererade inhalationsmasken. I flera artiklar (42, 43, 45, 50) fanns inget bortfall beskrivet.

Sammanfattning

Författarna har besvarat litteraturstudiens syfte genom att granska och sammanfatta användningen av lustgas vid smärtsamma procedurer på barn på akutmottagning. Resultatet visar att lustgas ger smärtlindring, sederig och minskar ångest för barn vid smärtsamma procedurer. Den smärtstillande effekten kan vara bristfällig vid mer smärtsamma procedurer och lustgas kan behöva kompletteras med andra smärtstillande läkemedel. Resultatet visar att lustgas ger få bieffekter men att en högre koncentration av lustgas kan ge ökade bieffekter. Ett annat resultat som framkom är att lustgas ger en kort procedurtid och återhämtning.

Förslag till vidare forskning

Resultatet visar att det finns delade meningar om en högre koncentration lustgas ger bättre smärtlindring och fler bieffekter. Författarna upplever efter denna översikt att det är ett område där det skulle behövas mer forskning.

Ett annat förslag på kommande forskning menar Seiler et al. (40) är en dubbelblind placebokontrollerad studie för att fortsätta undersöka effekten av att kombinera lustgas 70 % med intranasalt Fentanyl.

Författarna har under tiden den här studien genomförts sett att det finns lite forskning som visar hur barnen själva upplever behandling med lustgas. Ett förslag på fortsatt forskning inom ämnet skulle vara en studie som undersöker barnens egen upplevelse av lustgas vid smärtsamma procedurer.

Slutsats

Barn upplever ofta smärta och rädsla i samband med smärtsamma procedurer i sjukvården. För att minska detta lidande är det betydelsefullt att utvärdera lämpliga behandlingsmetoder som används vid procedurer. Lustgas är en väl fungerande behandlingsmetod vid flera olika smärtsamma procedurer som barn i olika åldrar behöver genomgå. Lustgas ger smärtlindring, sederig, minskar ångest och har få bieffekter. Det ger även korta procedur och återhämtningstider. Lustgas kan vid mer smärtsamma procedurer behöva kompletteras med andra smärtlindrande läkemedel för optimal effekt. Att öka kunskapen och användandet av lustgas vid smärtsamma procedurer skulle kunna minska antalet barn som upplever obehandlad smärta, rädsla eller obehag.

Resultatet av denna litteraturöversikt bör hanteras med viss försiktighet då den vetenskapliga forskningen om lustgas till barn är bristfällig och evidensen för effekten inom barnsjukvård måttligt starkt.

Kliniska implikationer

Inom barnsjukvården skulle fler vårdinstanser kunna använda lustgas som en behandlingsmetod för att minska smärta och obehag för barn. Fler barnsjuksköterskor behöver

få utbildning i lustgas för att se hur läkemedlet kan användas i deras verksamhet. Kunskapen behöver också spridas till fler vårdinstanser som dagligen möter barn och ungdomar. Författarna föreslår att lustgas kan användas:

- vid vaccinationer i barnhälsovården
- vid måttligt smärtsamma procedurer på vårdavdelningar och mottagningar för barn
- när blodprov ska tas på stickrädda barn

En stor fördel med lustgas i liknande situationer skulle vara dess korta procedur och återhämtningstid och att det ger få bieffekter.

Referenslista

1. Eccleston C, Fisher E, Howard RF, Slater R, Forgeron P, Palermo TM, et al. Delivering transformative action in paediatric pain: a Lancet Child & Adolescent Health Commission. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(1):47-87.
2. Söderbäck M. Barns och ungas rätt i vården. Stockholm: Stockholm: Stiftelsen Allmänna barnhuset; 2010.
3. UNICEF. Barnkonventionen [Internet]. UNICEF; 2019 [citerad 2 november 2020]. Hämtad från: <https://unicef.se/barnkonventionen/las-texten#hela-texten>.
4. Nordisk standard för barn och ungdomar inom hälso- och sjukvård (NOBAB) [Internet] NOBAB: (u.a.) [citerad 19 december] Hämtad från: https://nobab.se/images/nobabprodukter/NOBABs_plansch.pdf.
5. Sommer D, Pramling Samuelsson I, Hundeide K. Child perspectives and children's perspectives in theory and practice: Springer Milton Keynes; 2010.
6. Hallström I, Lindberg T. Pediatrisk omvårdnad. 2. [utök. och uppdaterade] uppl. ed: Stockholm: Liber; 2015.
7. Nilsson S, Björkman B, Almquist AL, Almquist L, Björk-Willén P, Donohue D, et al. Children's voices--Differentiating a child perspective from a child's perspective. *Dev Neurorehabil*. 2015;18(3):162-8.
8. Söderbäck M, Coyne I, Harder M. The importance of including both a child perspective and the child's perspective within health care settings to provide truly child-centred care. *Journal of Child Health Care*. 2011;15(2):99-106.
9. Svensk sjuksköterskeförening. Kompetensbeskrivning för sjuksköterska med specialistsjuksköterskeexamen med inriktning mot hälso- och sjukvård för barn och ungdom Stockholm: Swenurse; 2016 [citerad 8 november] Hämtad från: <https://www.swenurse.se/download/18.9f73344170c00306231740/1584023319857/kompetensbeskrivning%20legitimerad%20barnsjuksk%C3%B6terska.pdf>.
10. Barnkonventionen blir svensk lag 2020 [blogg på internet]. Stockholm: UNICEF Sverige. 2018. [citerad 2 november 2020]. Hämtad från: <https://blog.unicef.se/2018/06/13/barnkonventionen-blir-lag/>.
11. Edberg A-K. Omvårdnad på avancerad nivå: kärnkompetenser inom sjuksköterskans specialistområden. Upplaga 1 ed: Lund: Studentlitteratur; 2013.
12. Svensk sjuksköterskeförening. ICN:s etiska kod för sjuksköterskor [Internet]. Stockholm: Swenurse; 2017 [citerad 8 november 2020] Hämtad från: <https://www.swenurse.se/download/18.9f73344170c0030623146a/1584003553081/icns%20etiska%20kod%20f%C3%B6r%20sjuksk%C3%B6terskor%202017.pdf>.
13. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020.
14. Läkemedelsverket. Behandling av barn i samband med smärtsamma procedurer i hälso- och sjukvård [Internet]. Kundskapsdokument: Läkemedelsverket; 2014 [citerad från 2 november 2020] Hämtad från: <https://www.lakemedelsverket.se/48dcfa/globalassets/dokument/behandling-och-forskrivning/behandlingsrekommendationer/behandlingsrekommendation/kundskapsdokument---behandling-av-barn-i-samband-med-smartsamma-procedurer.pdf>.
15. Moëll C, Gustafsson J. Pediatrisk. 2:a upplagan ed: Stockholm : Liber; 2017.
16. Hwang P. Utvecklingspsykologi. Fjärde utgåvan ed. Nilsson B, editor: Stockholm: Natur & Kultur; 2019.
17. Lundeberg S. Pain in children--are we accomplishing the optimal pain treatment? *Paediatr Anaesth*. 2015;25(1):83-92.

18. Kohli ML, Vali R, Amirabadi A, Frankfurter CA, Nateghi A, Marie E, et al. Procedural pain reduction strategies in paediatric nuclear medicine. *Pediatr Radiol*. 2019;49(10):1362-7.
19. Coté CJ, Wilson S. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures. *Pediatrics*. 2019;143(6).
20. Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *The Lancet (British edition)*. 2006;367(9512):766-80.
21. Nilsson S, Hallqvist C, Sidenvall B, Enskär K. Children's experiences of procedural pain management in conjunction with trauma wound dressings. *J Adv Nurs*. 2011;67(7):1449-57.
22. Bahorski JS, Hauber RP, Hanks C, Johnson M, Mundy K, Ranner D, et al. Mitigating procedural pain during venipuncture in a pediatric population: A randomized factorial study. *Int J Nurs Stud*. 2015;52(10):1553-64.
23. Olsson GL, Jylli L. Smärta hos barn och ungdomar: Lund: Studentlitteratur; 2001.
24. Míguez MC, Ferrero C, Rivas A, Lorente J, Muñoz L, Marañón R. Retrospective Comparison of Intranasal Fentanyl and Inhaled Nitrous Oxide to Intravenous Ketamine and Midazolam for Painful Orthopedic Procedures in a Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care*. 2019.
25. Liebelt EL. Assessing children's pain in the emergency department. *Clinical pediatric emergency medicine*. 2000;1(4):260-9.
26. Von Baeyer CL. Children's Self-Reports of Pain Intensity: Scale Selection, Limitations and Interpretation. *Pain Research and Management*. 2006;11(3):157-62.
27. Lee J, Lee J, Lim H, Son J-S, Lee J-R, Kim D-C, et al. Cartoon distraction alleviates anxiety in children during induction of anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*. 2012;115(5):1168-73.
28. Tucker CL, Slifer KJ, Dahlquist LM. Reliability and validity of the brief behavioral distress scale: a measure of children's distress during invasive medical procedures. *Journal of Pediatric Psychology*. 2001;26(8):513-23.
29. Baeyer CL, Marche TA, Rocha EM, Salmon K. Children's memory for pain: overview and implications for practice. *J Pain*. 2004;5(5):241-9.
30. Berg K. Nitrous oxide in procedural pain. Information från Läkemedelsverket. 2014;25(3).
31. Läkemedelsverket. Produktresumé. Medicinsk lustgas Air Liquide 100 % medicinsk gas flytande [Internet]. Läkemedelsverket; 2019 [Uppdaterad 2019-11-14; citerad 3 januari 2020] Hämtad från: https://docetp.mpa.se/LMF/Medicinsk%20Lustgas%20Air%20Liquide%20medicinal%20gas,%20liquefied%20SmPC_09001bee807a489a.pdf.
32. Furuya A, Ito M, Fukao T, Suwa M, Nishi M, Horimoto Y, et al. The effective time and concentration of nitrous oxide to reduce venipuncture pain in children. *J Clin Anesth*. 2009;21(3):190-3.
33. Gall O, Annequin D, Benoit G, Glabeke E, Vrancea F, Murat I. Adverse events of premixed nitrous oxide and oxygen for procedural sedation in children. *Lancet*. 2001;358(9292):1514-5.
34. Holmberg T, Brunsson I. [Nitrous oxide inhalation a good treatment of procedural pain in children]. *Lakartidningen*. 2007;104(36):2512-4, 7.
35. Bettany-Saltikov J, McSherry R. How to do a systematic literature review in nursing : a step-by-step guide. 2. ed. ed. McSherry R, editor: London: McGraw-Hill Education/Open University Press; 2016.

36. Polit DF, Beck CT. Nursing research: generating and assessing evidence for nursing practice. 10th ed. ed. Beck CT, editor: Philadelphia: Wolters Kluwer; 2016.
37. Statens beredning för medicinsk utvärdering (SBU). Utvärdering av metoder i hälso- och sjukvården och insatser i socialtjänsten [Internet]. Stockholm: Statens beredning för medicinsk utvärdering. Metodbok; 2017. [citerad 12 december 2020] Hämtad från; <https://www.sbu.se/globalassets/ebm/metodbok/sbushandbok.pdf>.
38. World Medical Association (WMA). Helsingforsdeklarationen [Internet]. World Medical Association; 2008. [citerad 20 december 2020]. Hämtad från: <https://www.wma.net/wp-content/uploads/2018/07/DoH-Oct2008.pdf>.
39. Lag om etikprövning av forskning som avser människor, (2003:460) [Internet]. Stockholm. Utbildningsdepartementet. [citerad 8 november 2020] Hämtad från; https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003460-om-etikprovning-av-forskning-som_sfs-2003-460.
40. Seiler M, Landolt MA, Staubli G. Nitrous Oxide 70% for Procedural Analgosedation in a Pediatric Emergency Department-With or Without Intranasal Fentanyl? *Pediatr Emerg Care*. 2019;35(11):755-9.
41. Seiler M, Staubli G, Landolt MA. Combined nitrous oxide 70% with intranasal Fentanyl for procedural analgosedation in children: a prospective, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Emerg Med J*. 2019;36(3):142-7.
42. Burton JH, Auble TE, Fuchs SM. Effectiveness of 50% nitrous oxide/50% oxygen during laceration repair in children. *Acad Emerg Med*. 1998;5(2):112-7.
43. Duchicela SI, Meltzer JA, Cunningham SJ. A randomized controlled study in reducing procedural pain and anxiety using high concentration nitrous oxide. *Am J Emerg Med*. 2017;35(11):1612-6.
44. Gamis AS, Knapp JF, Glenski JA. Nitrous oxide analgesia in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med*. 1989;18(2):177-81.
45. Gregory PR, Sullivan JA. Nitrous oxide compared with intravenous regional anesthesia in pediatric forearm fracture manipulation. *J Pediatr Orthop*. 1996;16(2):187-91.
46. Luhmann JD, Kennedy RM, Porter FL, Miller JP, Jaffe DM. A randomized clinical trial of continuous-flow nitrous oxide and midazolam for sedation of young children during laceration repair. *Ann Emerg Med*. 2001;37(1):20-7.
47. Bar-Meir E, Zaslansky R, Regev E, Keidan I, Orenstein A, Winkler E. Nitrous oxide administered by the plastic surgeon for repair of facial lacerations in children in the emergency room. *Plast Reconstr Surg*. 2006;117(5):1571-5.
48. Keidan I, Zaslansky R, Yusim Y, Ben-Ackon M, Rubinstien M, Perel A, et al. Continuous flow 50:50 nitrous oxide:oxygen is effective for relief of procedural pain in the pediatric emergency department. *Acute Pain*. 2003;5(1):25-30.
49. Babl FE, Oakley E, Puspitadewi A, Sharwood LN. Limited analgesic efficacy of nitrous oxide for painful procedures in children. *Emerg Med J*. 2008;25(11):717-21.
50. Babl FE, Oakley E, Seaman C, Barnett P, Sharwood LN. High-concentration nitrous oxide for procedural sedation in children: adverse events and depth of sedation. *Pediatrics*. 2008;121(3):e528-32.
51. Frampton A, Browne GJ, Lam LT, Cooper MG, Lane LG. Nurse administered relative analgesia using high concentration nitrous oxide to facilitate minor procedures in children in an emergency department. *Emerg Med J*. 2003;20(5):410-3.
52. Weingarten L, Kircher J, Drendel AL, Newton AS, Ali S. A Survey of Children's Perspectives on Pain Management in the Emergency Department. *The Journal of emergency medicine*. 2014;47(3):268-76.
53. Holmberg T, Brunson I. Nitrous oxide inhalation a good treatment of procedural pain in children. *Läkartidningen*. 2007;104(36).

54. Ekbom K, Jakobsson J, Marcus C. Nitrous oxide inhalation is a safe and effective way to facilitate procedures in paediatric outpatient departments. *Arch Dis Child*. 2005;90(10):1073-6.
55. Brown SC, Hart G, Chastain DP, Schneeweiss S, McGrath PA. Reducing distress for children during invasive procedures: randomized clinical trial of effectiveness of the PediSedate ®. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19(8):725-31.
56. Tsz DS, Mallory MD, Cravero JP. Practice Patterns and Adverse Events of Nitrous Oxide Sedation and Analgesia: A Report from the Pediatric Sedation Research Consortium. *The Journal of pediatrics*. 2016;169:260-5.e2.
56. Annequin D, Carbajal R, Chauvin P, Gall O, Tourniaire B, Murat I. Fixed 50% nitrous oxide oxygen mixture for painful procedures: A French survey. *Pediatrics*. 2000;105(4):E47.
57. Läkemedelsverket. Produktresumé. Livopan 50 %/50% medicinsk gas komprimerad. [Internet]. Läkemedelsverket; 2020 [Uppdaterad 2020-04-01; citerad 31 mars 2021] Hämtad från:
https://docetp.mpa.se/LMF/Livopan%20medicinal%20gas,%20compressed%20ENG%20SmPC_09001bee807a5c80.pdf.

Bilagor

Bilaga 1. Artikelmatris

Nr	Artikel	Syfte	Metod	Resultat	Kvalité
1. (40)	<p>Nitrous Oxide 70% for Procedural Analgesation in a Pediatric Emergency Department- With or Without Intranasal Fentanyl?</p> <p>Seiler, M. Landolt, M. A. & Staubli, G.</p> <p>2019</p> <p>Pediatric Emergency Care</p> <p>Från Schweiz, Zurich</p>	<p>Syftet var att observera och bedöma den smärtstillande effekten och frekvensen av bieffekter av 70% lustgas med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl.</p>	<p>Observationsstudie med prospektiv insamlad data. På akutmottagning för barn.</p> <p>Deltagare: Barn, 2 – 16 år. 442 deltagare, Medelålder 9 år.</p> <p>Intervention: Intranasal Fentanyl administrerades till 206 av de 442 patienterna. Ingen randomisering mellan grupperna. Förfarandet avgjorde om intranasalt Fentanyl skulle ges eller ej, behandlade läkare bestämde.</p> <p>Beteende observerades under proceduren, bieffekter och varaktighet. Ingen validerad skala användes. Beteendet bedömdes med hjälp av en fyrapunkt skala. Patient och föräldrars tillfredsställelse dokumenterades också.</p>	<p>Den överväldigande majoriteten av deltagarna (77,4%) visade inga bieffekter, oavsett intranasalt Fentanyl eller inte.</p>	<p>27 poäng</p> <p>GRADE= Begränsad</p>

			Etisk godkänd, samtycke från alla som ingick i studien.		
2. (41)	<p>Combined nitrous oxide 70% with intranasal Fentanyl for procedural analgesation in children: a prospective, randomised, double-blind, placebo-controlled trial.</p> <p>Seiler, M. Staubli, G. & Landolt, M. A. 2019</p> <p>Emergency Medicine Journal</p> <p>Från Schweiz, Zurich,</p>	Syftet var att bedöma den smärtlindrande effekten, sederingsdjup och frekvensen av bieffekter med 70% lustgas med eller utan intranasalt Fentanyl.	<p>Randomiserad kontrollerad studie. Studien utfördes på akutmottagningen på ett tertiärt barnsjukhus mellan september 2015 och Oktober 2017.</p> <p>Deltagare: Barn, 2–16 år. Totalt inkluderades 402 patienter; 3 tolererade inte lustgas och måste därför uteslutas. Sammantaget analyserades 399 patienter.</p> <p>Intervention: Slumpmässigt tilldelas antingen intranasalt Fentanyl eller placebo före inandning av lustgas.</p> <p>Validerade skalor för att mäta smärta och ångest.</p> <p>Etiskt godkänd.</p>	<p>Det var 201 barn (50,4%) som fick intranasalt Fentanyl. Inga signifikanta gruppskillnader med avseende på FLACC-skala, självrapporterad smärta, MBPS-poäng och sederingsdjup hittades.</p>	<p>33 poäng</p> <p>GRADE= Starkt</p>
3. (43)	<p>A randomized controlled study in reducing procedural</p>	Syftet med studien var att bedöma om användningen av hög koncentration	<p>Randomiserad kontrollerad studie. Utförd på en akutmottagning för barn.</p>	<p>Lustgas ökade komfortnivån hos barnen som genomgår mindre ingrepp jämfört med enbart</p>	<p>30 poäng, saknar abstrakt.</p> <p>GRADE= Starkt</p>

	<p>pain and anxiety using high concentration nitrous oxide</p> <p>Duchicela, S. I., Meltzer, J. A., & Cunningham, S. J.</p> <p>2017</p> <p>The American Journal of Emergency Medicine</p> <p>Från USA.</p>	<p>lustgas utöver standard hantering minskade barns obehag under procedurer.</p>	<p>Deltagare: Barn, 3 och 12 år som skulle genomgå ett mindre ingrepp. 82 patienter deltog.</p> <p>Intervention: Två grupper, en med standard hantering och en med standard hantering + hög koncentration av lustgas. 39 i standardgruppen och 43 i standard+lustgas i samband med procedurer.</p> <p>Standard Hantering innebär i denna studie lokalbedövning och eventuell fasthållning av barnet.</p> <p>Ingen skillnad på typ av procedur i de olika grupperna.</p> <p>Validerade skalor för att mäta smärta och ångest användes i analysen. M-YPAS för ångest och FLACC för smärta.</p> <p>Etisk godkänd.</p>	<p>standard hantering. Ingen skillnad i längd på procedur i de två grupperna. Mindre smärta och ångest i gruppen med standard hantering och lustgas. 3 patienter upplevde bieffekter. 2 emesis och 1 hallucinationer. 88% av de som administrerade lustgas rapporterade att barn i lustgasgruppen tolererade proceduren väl jämfört med 56% i standardgruppen. 90% av föräldrarna i lustgas gruppen upplevde att deras barn var bekväma under proceduren jämfört med 71% i standardgruppen.</p>	
4. (50)	<p>High-concentration nitrous oxide for procedural sedation in</p>	<p>Syftet var att undersöka sederingsdjup och förekomst av bieffekter associerade med</p>	<p>En prospektiv observationsstudie på akutavdelning för tertiära barnsjukhus.</p>	<p>Det fanns ingen signifikant skillnad i bieffekter associerade till vilken</p>	<p>31 poäng</p> <p>GRADE= Begränsad</p>

	<p>children: adverse events and depth of sedation</p> <p>Babl, F. E., Oakley, E., Seaman, C., Barnett, P., & Sharwood, L. N.</p> <p>2008</p> <p>Pediatrics</p> <p>Australien</p>	<p>olika koncentrationer av lustgas som används på en akutavdelning för barn.</p>	<p>Studien pågick under 2 år.</p> <p>Deltagare: Barn, 762 deltog mellan 1-17 år.</p> <p>Intervention: 548 deltagare fick 70% lustgas och 101 deltagare fick 50 % lustgas under procedurer.</p> <p>Sederingsdjup skattades på en skala 0-6. Children's Hospital i Wisconsin 5 Biffekter kategoriseras som mild eller allvarliga biverkningar.</p> <p>Godkänd av sjukhusets institutionella granskningsnäm nd.</p>	<p>koncentration lustgas barnen fick. Ingen signifikant skillnad i sederingsdjup mellan åldern 3- äldre barn.</p>	
--	--	---	--	---	--

<p>5. (47)</p>	<p>Nitrous Oxide Administered by the Plastic Surgeon for Repair of Facial Lacerations in Children in the Emergency Room</p> <p>Bar-Meir, E., Zaslansky, R., Regev, E., Keidan, I., Orenstein, A., & Winkler, E.</p> <p>2006</p> <p>Plastic and Reconstructive Surgery</p> <p>Israel</p>	<p>Syftet med studien var att bestämma användbarheten i att administrera lustgas av en plastikkirurg under suturering av ansiktsskador, med en sjuksköterska som hjälper till att övervaka barnet på en akutmottagning.</p>	<p>Prospektiv Studie, kohortstudie. Studien genomfördes på akutmottagningen på ett universitetssjukhus.</p> <p>Deltagare: 60 barn deltog, mellan 1-16 år.</p> <p>Intervention: 45 barn i lustgasgruppen och 15 barn i gruppen med standardvård. För suturering av ansiktsskador från september 2002 till oktober 2003</p> <p>En plastikkirurg gav lustgas och en sjuksköterska observerade barnet. Validerad smärtskala användes, FLACC. Effekten av analgesin bedömdes också indirekt av behovet av att hålla tillbaka barnet.</p> <p>Etiskt godkänd, föräldrar informerades och lämnade skriftligt samtycke för varje barns deltagande i studien.</p>	<p>I lustgasgruppen var 32 barn (71,1 procent) fria från bieffekter. Mindre bieffekter upptäcktes hos 12 barn, varav åtta var övergående illamående och kräkningar. Inga allvarligare bieffekter och ingen hade episoder av aspiration.</p>	<p>31 poäng</p> <p>GRADE= Begränsad</p>
--------------------	---	---	---	---	---

6. (51)	<p>Nurse administered relative analgesia using high concentration nitrous oxide to facilitate minor procedures in children in an emergency department</p> <p>Frampton, A., Browne, G. J., Lam, L. T., Cooper, M. G., & Lane, L. G.</p> <p>2003</p> <p>Emergency Medicine Journal</p> <p>Australien</p>	<p>Syftet med studien var att rapportera vår erfarenhet av att en sjuksköterska administrerar lustgas och att visa lustgas effekter när den används för att underlätta vid mindre procedurer för barn som genomförs på en akutmottagning en.</p>	<p>Prospektiv beskrivande, observations studie.</p> <p>Akutmottagning en Barnsjukhuset i Westmead.</p> <p>Deltagare: 224 barn deltog. Barn över 12 månader.</p> <p>Intervention: Barn som krävde relativ analgesi för en mindre procedur.</p> <p>Ingen validerad metod för att mäta smärtan hos barnen som deltog i studien.</p> <p>Inga etiska överväganden i texten, däremot är artikeln publicerad i en tidskrift som enbart publicerade originalartiklar som är evidensbaserade.</p>	<p>Totalt 164 barn (73,2%) registrerade inga bieffekter. Två procedurer övergavs dock på grund av mindre negativa händelser.</p> <p>Av de resterande var det 19 barn som fick kräkningar, 38 barn som inte tolererade masken och 2 barn som fick dysfori. Mask intoleransen bidrog dock inte till att någon behandling avbröts, ofta avtog det efter avledning eller lek.</p> <p>En stor bieffekt noterades hos en 18 månaders pojke som fick andningssvårigheter.</p> <p>Av de 224 barnen behövde 214 (95,5%) ingen annan sedering. När ytterligare sedering gavs var detta midazolam i 9 (4,0%) fall och trimeprazin i 1 (0,4%) fall. På samma sätt krävde 215 (96,0%) barn ingen annan oral analgesi. Där detta gavs var det vanligaste tillägget paracetamol i sju (3,1%) av fallen och kodein i två (0,9%).</p> <p>Lokalbedövning</p>	<p>28 poäng</p> <p>GRADE= Begränsad</p>
------------	--	--	--	--	---

				<p>infiltrerades i 76 (33,3%) fall.</p> <p>Distraktionstekniker användes hos 86,6% av barnen. Dessa användes antingen av vårdpersonalen eller föräldrarna och var åldersanpassade för barnet.</p>	
7. (46)	<p>A randomized clinical trial of continuous-flow nitrous oxide and midazolam for sedation of young children during laceration repair</p> <p>Luhmann, J. D., Kennedy, R. M., Porter, F. L., Miller, J. P., & Jaffe, D. M.</p> <p>2001</p> <p>Annals of Emergency Medicine</p> <p>Från USA</p>	<p>Syftet med denna studie var att jämföra effekt och komplikationer av midazolam och kontinuerligt flöde lustgas för att lindra ångest under sårbehandling hos små barn.</p>	<p>Randomiserade kontrollerade studie.</p> <p>Akutmottagning på St. Louis Children's Hospital.</p> <p>Deltagare: Barn mellan 2 och 6 år. 205 barn deltog i studien.</p> <p>Intervention: Fyra behandlingsgrupper: standardvård ensam, som inkluderar tröstande och lokalbedövning utökad med injicerad lidokain om det behövs. Standardvård och oralt midazolam, standardvård och lustgas och standardvård, oral midazolam och lustgas.</p> <p>Validerade Skalar användes,</p>	<p>Lustgas är effektivt för att lindra ångest hos små barn under sårbehandling och suturering, har färre negativa effekter och kortare återhämtningstider än oralt midazolam. Även om kräkningar inträffade oftare i grupper som fick lustgas fanns det inga incidenter med kliniskt uppenbar aspiration.</p>	<p>33 poäng</p> <p>GRADE=Starkt</p>

			VAS och OSBD-R. Etiskt godkänd.		
8.(42)	Effectiveness of 50% Nitrous Oxide/50% Oxygen during Laceration Repair in Children Burton, J. H., Auble, T. E., & Fuchs, S. M. 1998 Academic Emergency Medicine Från USA	Målet var att prospektivt utvärdera effektiviteten av en 50% lustgas / 50% syrgas inhalerad blandning för lindring av ångest hos små barn under sårbehandling.	En prospektiv, randomiserad, placebokontrollerad, dubbelblind studie. På pediatrik akutmottagning Deltagare: Barn 2-7 år, 30 deltagare. Intervention: Barn som behövde lustgas i samband med sårbehandling. 17 barn inhalerade 50% lustgas / syrgas och 13 inhalerade 100% syrgas under reparation av laceration. Validerad skala CHEOPS Etiskt godkänd. Före patientregistrering erhöles informerats samtycke från alla deltagare, föräldrar eller vårdnadshavare.	Det fanns ingen statistiskt signifikant skillnad i initiala skedet mellan grupperna i ångestpoäng (p = 0,687 respektive 0,809) efter sår lacerationen. Medianvärdet för CHEOPS i behandlingsgruppen minskade med 5 poäng medan kontroll patienterna ökade med 3 (p <0,001). Median ångestpoäng i behandlingspopulationen minskade med 1 poäng, med en ökning med 1 för kontroll patienterna (p <0,001).	34 poäng GRADE= Starkt
9. (45)	Nitrous oxide compared with intravenous regional anesthesia in pediatric forearm fracture	Att jämföra lustgas med intravenös (i.v.) regional bedövning med lidokain hos pediatrika patienter som genomgår manipulation av	En prospektiv, randomiserad studie. Deltagare: 4 - 12 år. 28 barn deltog i studien Intervention: Barn med	Ingen signifikant skillnad i grupperna i den totala smärtupplevelsen. Ingen medicinsk komplikation sågs i någon av grupperna. Lustgas	31 poäng GRADE= Starkt

	<p>manipulation</p> <p>Gregory, P. R., & Sullivan, J. A.</p> <p>1996</p> <p>Journal of Pediatric Orthopaedics</p> <p>Från USA</p>	<p>underarmsbrott på akutmottagningen.</p>	<p>underarmsfrakturer som hade slutna, förskjutna som krävde manipulation på akutmottagning.</p> <p>Jämförde två grupper ena fick intravenös (i.v.) regional bedövning andra kontrollgruppen fick lustgas.</p> <p>De jämförde smärtupplevelse, framgång med manipulation, säkerhet och procedurens varaktighet.</p> <p>Validerad skala VAS och FPS-R</p> <p>Etisk godkänd</p>	<p>Behandlingen tog betydligt kortare tid för att slutföra proceduren.</p>	
<p>10. (44)</p>	<p>Nitrous oxide analgesia in a pediatric emergency department</p> <p>Gamis, A. S., Knapp, J. F., & Glenski, J. A.</p> <p>1989</p> <p>Annals of Emergency Medicine</p> <p>Från USA</p>	<p>Syftet var att studera om lustgas är ett effektivt läkemedel att använda till barn vid sårbehandling.</p>	<p>En randomiserad kontrollerad studie. I pediatrika medicinska polikliniken</p> <p>Deltagare: 2–16 år. 35 barn deltog</p> <p>Intervention: Barn som behövde en lacerationsreparation. Barnen delades in slumpmässigt. Ena gruppen fick 30% lustgas och 70% syrgas och kontrollerande gruppen fick</p>	<p>Mindre smärtbeteende sågs i lustgasgruppen jämfört med gruppen som fick placebo. Inga bieffekter påträffades i någon av behandlingsgrupperna.</p>	<p>25 poäng</p> <p>GRADE= Starkt</p>

			<p>placebo med 100% syrgas.</p> <p>Validerad smärtskala CHEOPS De bedömde skalan före och efter reparationen</p> <p>Studien godkändes av utredningen granskningsnämnden och informerat samtycke erhöles.</p>		
11.(49)	<p>Limited analgesic efficacy of nitrous oxide for painful procedures in children</p> <p>Babl, F. E., Oakley, E., Puspitadewi, A., & Sharwood, L. N.</p> <p>2008</p> <p>Pediatrics</p> <p>Från Australien</p>	<p>Syftet med studien var att studera effekten av lustgas för procedurell sedering och smärtlindring vid en pediatrik akutmottagning.</p>	<p>Prospektiv observationsstudie på en barnakutmottagning.</p> <p>Deltagare: Ålder 1-17 år. 124 deltagare.</p> <p>Intervention: 124 patienter under 8 månaders tid deltog i studien. Mestadels ortopediska ingrepp och sårskador. Mellan augusti 2003 och mars 2004.</p> <p>Validerade skalor som användes var VAS, FPS-R samt Children's Hospital i Wisconsin 5</p> <p>Denna studie godkändes av sjukhusets</p>	<p>Ingen av de 124 patienterna i denna studie led av någon allvarlig bieffekt. 21 patienter upplevde milda och tillfälliga bieffekter på akutmottagningen.</p>	<p>32 poäng</p> <p>GRADE= Begränsad</p>

			forskningsetiska kommitté. Muntligt samtycke.		
12. (48)	<p>Continuous flow 50:50 nitrous oxide:oxygen is effective for relief of procedural pain in the pediatric emergency department</p> <p>Keidan, I., Zaslansky, R., Yusim, Y., Ben-Ackon, M., Rubinstien, M., Perel, A., & Augarten, A.</p> <p>2003</p>	<p>Syftet var att bestämma användbarheten av kontinuerligt flöde 50/50 lustgas/ syrgas under smärtsamma ingrepp hos barn på en akutmottagning vid ett universitetssjukhus.</p>	<p>Kohortstudie. Utfördes på akutmottagning för barn.</p> <p>Deltagare: Barn 0,5 år – 15 år. 55 barn deltog. 4 st exkluderades på grund av föräldrar som ej ville delta i studien</p> <p>Intervention: Syrgas och lustgas administreras av narkosläkare i samband med procedurer.</p> <p>Validerad skala som användes var NPS.</p>	<p>Smärta nivåerna som rapporterats av de olika observatörerna, var låga. Lustgas - administrering var mer fördelaktig hos barn > 3 jämfört med <3.</p> <p>Kräkningar, den vanligaste bieffekten, inträffade hos fem (9,0%) barn. Alla föräldrar rapporterade att de skulle vara villiga att deras barn skulle använda N2O igen, om det behövs.</p> <p>Slutsatser: Kontinuerligt</p>	<p>28 poäng</p> <p>GRADE=Begränsad</p>

	Acute Pain Från Israel		Etiskt godkänd, samtycke från föräldrar.	flöde 50/50 lustgas och syrgas är effektivt vid procedursmärta vid pediatrik akutmottagning. Det är behagligt för barn, särskilt > 3 år, läkare och föräldrar. Ger korta återhämtningstider och har få negativa effekter.	
--	---------------------------	--	--	--	--

Bilaga 2. Artikelsökning

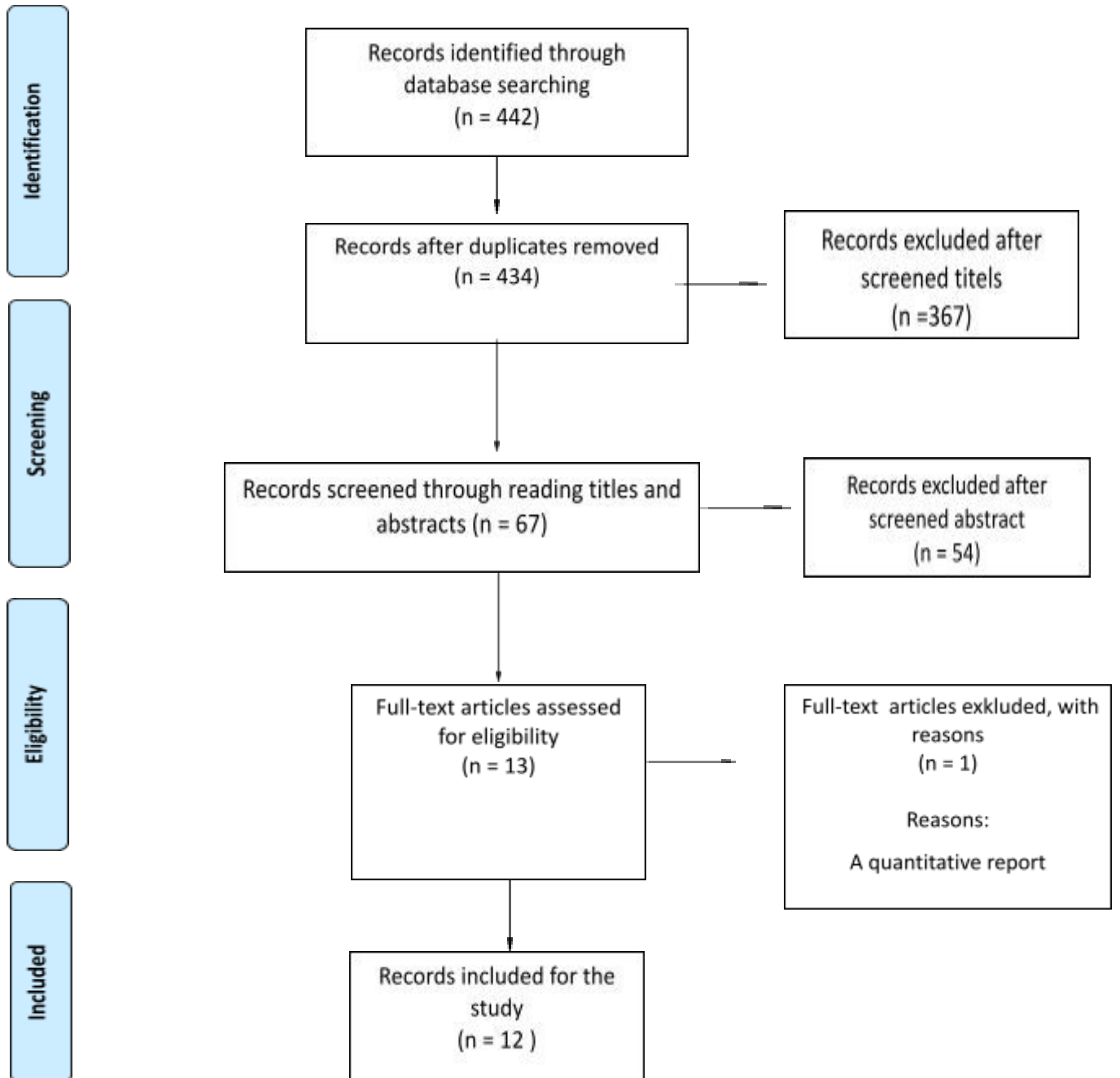
Databas och sökdatum	Sökord	Begränsningar (Limits)	Antal träffar/ Antal dubletter	Relevanta titel och abstrakt	Lästes i fulltext	Granskade artiklar	Valda artiklar
Pubmed 201222	(child* OR children OR child, preschool OR adolescent) AND (nitrous oxide OR N20 OR nitrogen oxides) AND (emergency service, hospital OR emergency unit OR emergency ward OR emergency department)	0	288 st/ 0 st	13 st	13 st	13 st	12 st
Scopus 201222	(TITLE-ABS-KEY (child* OR children OR "child, preschool" OR adolescent)) AND (TITLE-ABS-KEY ("nitrous oxide" OR n20 OR "nitrogen oxides")) AND (TITLE-ABS-KEY ("emergency service, hospital" OR "emergency unit" OR "emergency ward" OR "emergency department"))	Article	150 st/ 8 st	12 st	1 st	1 st	1 st
Cinahl 201222	(MM "Child") OR "child" OR (MM "Child, Preschool") OR	Limiters - Peer Reviewed	4 st/ 0 st	0 st			

	(MH "Adult Children") OR (MH "Adolescence") OR "adolescent" AND (MH "Nitrous Oxide") OR "Nitrous oxide" OR (MH "Nitrogen Oxides") AND (MH "Emergency Service") OR "emergency service" OR (MH "Emergency Medical Services")	; Research Article Expanders - Apply equivalent subjects Search modes - Find all my search terms					
--	--	--	--	--	--	--	--

Bilaga 3. PRISMA diagram



PRISMA 2009 Flow Diagram



From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097
For more information, visit www.prisma-statement.org.

Bilaga 4. Exkluderad artikel

Exkluderad artikel	Orsak
Tsze DS, Mallory MD, Cravero JP. Practice Patterns and Adverse Events of Nitrous Oxide Sedation and Analgesia: A Report from the Pediatric Sedation Research Consortium. The Journal of pediatrics. 2016;169:260-5.e2.	Efter läst i fulltext framkommer det att studien är en rapport.

Bilaga 5. Resultattabell

Bieffekter

Procedur	Författare	Årtal	Studiedesign	Deltagare (ålder)	Utfallsmått	Resultat
Sårbehandling.	Gamis et al. (44)	1989	Prospektiv studie.	Barn 2-16 år.	Studera om lustgas är ett effektivt läkemedel att använda till barn vid sårbehandling.	Inga bieffekter påträffades. Under uppföljningssamtal 24 timmar efter behandlingen hade ett barn upplevt emesis.
Sårbehandling.	Burton et al (42)	1998	Prospektiv randomiserad placebokontrollerad ubbelblind studie.	Barn 2-7 år.	Två grupper. En grupp inhalerade 50/50 % lustgas/syrgas och andra gruppen 100 % syrgas under sårbehandling.	Yrsel var den vanligaste bieffekten. Ett barn hade i uppföljningssamtal efter 24 timmar upplevt eufori. De barn som fick lustgas accepterade inhalationsmasken väl, medan kontrollgruppen krävde lugnas eller tvingas för att fortsätta behandlingen.
Sårbehandling.	Luhmann et al. (46)	2001	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-6 år.	Studera effekt och komplikationer av midazolam och	Lustgas gav fler kräkningar än midazolam, övriga bieffekter var

					kontinuerligt flöde lustgas.	betydligt färre vid lustgasbehandling.
Sårbehandling Stick; Intravenös venpunktion, lumbalpunktion, Benmärg. Ortopediska åkommor. Katerisering, Borttagning av främmande kropp Sond/PEG.	Frampton et al. (51)	2003	Prospektiv kohortstudie.	Barn över 12 månader.	Studera lustgas effekter vid mindre procedurer.	164 barn (73,2%) av de 224 som deltog i studien upplevde inga bieffekter. En stor bieffekt noterades hos en pojke på 18 månader som fick andningsbesvär i samband med lustgasbehandling. 17 % av barnen hade svårt att acceptera masken. 19 barn besväras av kräkningar.
De vanligaste procedurerna var intravenös infart, sårbehandling, lumbalpunktion och reponering av fraktur.	Keidan et al. (48)	2003	Kohortstudie.	Barn 0,5–15 år.	Bieffekter klassificerades som milda eller stora. Studerade användbarheten av kontinuerligt flöde 50/50 lustgas/ syrgas under smärtsamma ingrepp.	65,5% av deltagarna upplevde inga bieffekter. Kräkningar noterades hos 9 % av barnen, eufori hos 7,2 %, yrsel hos 3,6 % och ett barn upplevdes som rastlöst. Ett barn hade en seg återhämtning efter behandlingen.

Sårbehandling, frakturmanipulering intravenös infart, främmande kropp, abscess dränering/snitt, suturborttagning, gipsbehandling.	Babl et al (49)	2008	Prospektiv observationsstudie.	Barn 1–17 år.	Studera effekten av lustgas för procedurell sedering på akutmottagningen för barn.	Inga allvarliga bieffekter noterades av en koncentration med 50 % lustgas. Vanligaste bieffekterna var kräkning, yrsel och illamående.
Ortopediska ingrepp och suturering av sår var de vanligaste procedurerna.	Babl et al. (50)	2008	Prospektiv observationsstudie.	Barn 1–17 år.	Studien studerade bland annat förekomst av bieffekter associerade med olika koncentrationer av lustgas. Biverkningar definierades a priori som allvarliga eller milda.	Viss skillnad i bieffekter som lustgas gavs i 50 % eller 70 % koncentration. Två allvarliga bieffekter noterades i gruppen som fått 70 % lustgas. Hallucinationer/ agitation såg endast i gruppen som fått 70 % lustgas.
Dränering av abscess, intravenös kateter placering, borttagning av främmande kropp, borttagning av sutur/häftning och enkel sårreparation.	Duchicela et al. (43)	2017	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 3–12 år.	Studerade effekt av minskat obehag vid hög koncentration av lustgas jämförelse med grupp som får standardvård.	Tre av 82 barn som upplevde bieffekter, två blev illamående och en fick hallucinationer av lustgasen.
Procedurer med både lustgas och Fentanyl var mest	Seiler et al. (40)	2019	Observationsstudie med prospektiv insamlad data.	Barn 2-16 år.	Bedöma frekvensen av bieffekter av 70 % lustgas med eller	Fler barn som fick lustgas i kombination med

reponering av förskjutna frakturer. Procedurer med enbart lustgas var borttagande av främmande kropp, sårbehandling samt tömning av abscesser.					utan kombination av intranasalt Fentanyl.	Fentanyl upplevde illamående än de som enbart fick lustgas.
Korta smärtsamma procedurer. Ingen närmare beskrivning av procedurerna beskrivs.	Seiler et al. (41)	2019	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-16 år.	Bedöma frekvensen av bieffekter med 70 % lustgas med eller utan intranasalt Fentanyl.	Inga allvarliga bieffekter eller skillnader i bieffekter om intranasalt Fentanyl gavs eller ej.

Smärtlindrande effekter

Procedurer	Författare	Årtal	Studiedesign	Deltagare (ålder)	Utfallsmått	Resultat
Sårbehandling.	Gamis et al. (44)	1989	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-16 år.	Studera om lustgas är ett effektivt läkemedel att använda till barn vid sårbehandling. Smärtskala som användes var CHEOPS.	Fann ingen signifikantskillnad smärtvärden i lustgas och placebogruppen hos barn under 8 år. Däremot under procedur hade lustgasgruppen mindre smärtupplevelse ($p < 0,05$) hos de äldre barnen.

Manipulation av frakturer.	Gregory et al. (45)	1996	Prospektiv randomiserad studie.	Barn 4-12 år.	Jämförde regional anestesi med lustgas. Smärtskalor som användes var FRS-R och VAS.	Medelvärde på FRS skalan i lustgas gruppen var 3,6 och i regional anestesi 3,5. Regional anestesigruppen genomsnittlig poäng på 4,8, enligt VAS skalan. Lustgasgruppen genomsnittliga poäng var 4,6. Läkarnas bedömning var genomsnittlig poäng på 3,2 för regional anestesi och 3,8 för lustgas.
Sårbehandling.	Luhmann et al. (46)	2001	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-6 år.	Studera effekt och komplikationer av midazolam och kontinuerligt flöde lustgas. VAS användes som smärtskala.	Ingen signifikant skillnad i smärta mellan midazolam i kombination med lustgas eller enbart lustgas ($p < 0,0001$).
De vanligaste procedurerna var intravenös infart, sårbehandling, lumbalpunktion och reponering av fraktur.	Keidan et al. (48)	2003	Kohortstudie.	Barn 0,5-15 år.	Studera användbarheten av kontinuerligt flöde 50/50 lustgas/ syrgas under smärtsamma ingrepp. Validerad skala som användes var NPS.	Underbehandling var smärtpoäng låga. Barn under 3 år hade signifikant högre smärtpoäng ($p < 0,004$).

Sårbehandling.	Bar-Meir et al. (47)	2006	Prospektiv kohort studie.	Barn 1-16 år.	Studera användbarheten i att administrera lustgas under suturering av ansiktsskador. Validerad smärtskala som användes var FLACC.	Kontrollgruppen upplevde signifikant mer smärta ($p < 0,01$). Ålder hade ingen påverkan. Däremot blev barn yngre än 3 år mer smärtpåverkade under suturering.
Sårbehandling, frakturmanipulering, intravenös infart, främmande kropp, abscess dränering/snitt, suturborttagning, gipsbehandling.	Babl et al. (49)	2008	Prospektiv observationsstudie.	Barn 1-17 år.	Studera effekten av lustgas för procedurell sedering på akutmottagningen för barn. Smärtskala som användes var VAS och FPS-R.	63 deltagare minskade smärtpoängen under proceduren. Hos 14 deltagare (45 %) som krävde frakturmanipulation hade en ökad smärta under förfarandet av manipulationen. Jämförelse över de olika procedurerna som deltagarna fick fanns det ingen signifikant skillnad mellan smärtpoängen ($p = 0,11$).
Dränering av abscess, intravenös kateterplacering, borttagning av främmande kropp, borttagning av sutur/häftning och enkel sårreparation.	Duchicela et al. (43)	2017	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 3-12 år.	Studerade effekt av minskat obehag vid hög koncentration av lustgas jämförelse med grupp som får standardvård. FLACC	Standardbehandlingsgruppen hade signifikant högre smärtpoäng ($p < 0,001$).

					användes som smärtskala.	
Procedurer med både lustgas och Fentanyl var mest reponering av förskjutna frakturer. Procedurer med enbart lustgas var borttagande av främmande kropp, sårbehandling samt tömning av abscesser.	Seiler et al. (40)	2019	Observationsstudie med prospektiv insamlad data.	Barn 2-16 år.	Ingen validerad smärtskala användes. Jämförde lustgas 70 % med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl.	Det var en signifikant frekvens av otillräckligt smärtlindrande barn i gruppen som fick lustgas i kombination med Fentanyl (p < 0,002).
Korta smärtsamma procedurer. Ingen närmare beskrivning av procedurerna beskrivs.	Seiler et al. (41)	2019	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-16 år.	Validerade smärtskalor som användes var FLACC, MBPS och NRS. Jämförde lustgas 70% med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl.	Ingen skillnad i smärtpoäng mellan grupperna FLACC-poäng (p 0,06) och MBPS-poäng (p 0,32), självrapporterad smärta (p = 0,46) eller föräldrabedömning.

Avslappnings- och medvetandenivåer

Procedurer	Författare	Årtal	Studiedesign	Deltagare (ålder)	Utfallsmått	Resultat
Sårbehandling.	Burton et al. (42)	1998	Prospektiv randomiserad placebo kohortstudie.	Barn 2-7 år.	Två grupper. En grupp inhalerade 50/50 % lustgas/syrgas och	Barnen blev inte tillräckligt avslappnade/sederade av lustgas.

					andra gruppen 100 % syrgas under sårbehandling. Ingen validerad skala att mäta sederingsnivå användes.	Två barn blev djupt avslappnade och svarade endast på djup smärtstimuli.
Sårbehandling.	Luhmann et al. (46)	2001	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-6 år.	Studera effekt och komplikationer av midazolam och kontinuerligt flöde lustgas. Sederingskala som användes var AVPU.	Barnen var tillräckligt avslappnade under lustgasruset. Resultaten visade i respektive grupp: standardvård ensam (Alert; n = 50); standardvård och oral midazolam (Alert; n = 39, Verbal; n = 13); standardvård och lustgas (Alert; n = 14, Verbal; n = 34, Pain; n = 3); standardvård, midazolam och lustgas (Alert; n = 12, Verbal; n = 35, Pain; n = 5).
Sårbehandling, frakturmanipulering, intravenös infart, främmande kropp, abscess dränering/snitt, suturborttagning, gipsbehandling.	Babl et al (49)	2008	Prospektiv observationsstudie.	Barn 1-17 år.	Studera effekten av lustgas för procedurell sedering på akutmottagningen för barn. Sederingskala som användes var Children's Hospital i Wisconsin 5.	3 av 124 deltagare blev tvungna att avbryta behandlingen på grund av otillräcklig avslappning eller otillräcklig analgesi. 94 % av alla barn var mildt till måttligt avslappnade (3 - 5 på Wisconsin skalan).

<p>Ortopediska ingrepp och suturering av sår var de vanligaste procedureerna.</p>	<p>Babl et al. (50)</p>	<p>2008</p>	<p>Prospektiv observationsstudie.</p>	<p>Barn 1-17 år.</p>	<p>Sederingskala som användes var Children's Hospital i Wisconsin 5. Studien undersökte bland annat sederingsdjup associerade med olika koncentrationer av lustgas.</p>	<p>t 655 av 762 patienter hade en mild avslappnande nivå 4 (dåsig, ögonen öppna eller stängda, men väcker lätt till medvetenhet med verbal stimulans). En signifikant fördjupning i avslappningen hos gruppen som fick lustgas 70 % (p = 0,002) noterades, där fanns det några episoder hos deltagarna med djup avslappning vid lustgas 70 % (3,3 % av deltagarna), ingen i lustgas 50.</p>
<p>Korta smärtsamma procedurer. Ingen närmare beskrivning av procedureerna beskrivs.</p>	<p>Seiler et al. (41)</p>	<p>2019</p>	<p>Randomiserad kontrollerad studie.</p>	<p>Barn 2-16 år.</p>	<p>Jämförde lustgas 70 % med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl. Validerad skala som användes var University of Michigan Sedation Scale.</p>	<p>Barnen var tillräckligt avslappnade under lustgasruset. Ingen skillnad i avslappning både gruppen som fick intranasalt Fentanyl och placebo före inandning av lustgas var måttligt avslappnade.</p>

Oro/Ångest under och efter proceduren

Procedurer	Författare	Årtal	Studiedesign	Deltagare (ålder)	Utfallsmått	Resultat
Sårbehandling.	Burton et al. (42)	1998	Prospektiv, randomiserad placebokontrollerad dubbelblind studie.	Barn 2-7 år.	Barnets beteende observerades före och under behandlingen. De skattades enligt en skala 1- 4. Beteendena före procedur var om barnen samverkade under undersökning, gråter vid beröring vid sår, gråter generellt under undersökning eller okontrollerat gråtande. Under procedur bedömdes om barnet samverkade eller sov, återkommande gråt, kontinuerligt gråtande eller okontrollerad gråtande.	De barn som fick lustgas lättare att acceptera andningsmasken och krävde mindre fasthållning än de barn i kontrollgruppen som enbart fick syrgas. Resultatet visade att av de 17 barn som fick lustgas var det två som upplevde oro/ångest innan proceduren och i kontrollgruppen var det 2 barn av 13 (p = 0,809). Under proceduren var det endast ett barn i lustgas gruppen som upplevde oro/ångest jämfört med 3 i kontrollgruppen (p < 0,001).
Sårbehandling.	Luhmann et al. (46)	2001	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 2-6 år.	Studera effekt och komplikationer av midazolam och kontinuerligt flöde av lustgas för att	Konstaterade att lustgas var mer effektivt än midazolam för att minska ångest hos

					lindra ångest under sårbehandling hos små barn.	barn under sårbehandling eller suturering. Visade att det inte fanns någon fördel med att kombinera midazolam och lustgas jämfört med att enbart ge lustgas ur en ångest/oro synpunkt.
Dränering av abscess, intravenös kateterplacering, borttagning av främmande kropp, borttagning av sutur/häftning och enkel sårreparation.	Duchicela et al. (43)	2017	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 3-12 år.	Studerade effekt av minskat obehag vid hög koncentration av lustgas jämförelse med grupp som får standardvård. M-YPAS anxiety score användes som validerad skala.	Ångestnivån var signifikant högre i standardgruppen jämfört med gruppen som fick lustgas 70 %.
Procedurer med både lustgas och Fentanyl var mest reponering av förskjutna frakturer. Procedurer med enbart lustgas var borttagande av främmande kropp, sårbehandling samt tömning av abscesser.	Seiler et al. (40)	2019	Observationsstudie med prospektiv insamlad data.	Barn 2-16 år.	Ingen validerad skala användes. Jämförde lustgas 70 % med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl.	De barn som fick lustgas i kombination med Fentanyl i samband med en procedur upplevde betydligt mindre ångest än de barn som enbart fick lustgas. De observerades att ångest var

						uteslutande i gruppen utan intranasalt Fentanyl (p = 0.03).
--	--	--	--	--	--	---

Procedur- och återhämtningstid

Procedurer	Författare	Årtal	Studiedesign	Deltagare (ålder)	Utfallsmått	Resultat
Manipulation av frakturer.	Gregory et al. (45)	1996	Prospektiv randomiserad studie.	Barn 4-12 år.	Jämförde lustgas med regional anestesi.	Barn som behandlas med regional anestesi hade en genomsnittlig procedurtid på 61,5 minuter medan de barn som behandlades med lustgas hade genomsnittlig procedurtid på 41,1 minuter.
Sårbehandling, olika stick; intravenös infart, lumbalpunktion, benmärg ortopediska åkommor kateterisering, borttagning	Frampton et al. (51)	2003	Prospektiv kohortstudie.	Barn över 12 månader.	Visa lustgas effekter när den används för att underlätta vid mindre procedurer.	Konstaterade att lustgas hade fördelen jämfört med andra lugnande läkemedel att återhämtningstiden var snabb, läkemedlet lämnade kroppen snabbt.

främmande kropp sättning av sond/peg.						
De vanligaste procedurerna var intravenös infart, sårbehandling, lumbalpunktion och reponering av fraktur.	Keidan et al. (48)	2003	Kohortstudie.	Barn 0,5-15 år.	Användbarheten av kontinuerligt flöde 50/50 lustgas/ syrgas under smärtsamma ingrepp.	Återhämtning var 1- 10 min. I denna studie var det dock en deltagare som hade en överdriven återhämtning på 10 minuter. Procedurerna kunde vara i 5-40 minuter.
Sårbehandling.	Bar-Meir et al. (47)	2006	Prospektiv kohortstudie.	Barn 1-16 år.	Studera användbarheten i att administrera lustgas under suturering av ansiktsskador.	Lustgas administrerades i genomsnitt 11,9 +/- 5,1 minuter och att återhämtningstiden var mindre än en minut för 43 barn och mellan 1 och 3 minuter för två barn.
Dränering av abscess, intravenös kateterplacering, borttagning av främmande kropp, borttagning av suture/häftning och enkel sårreparation.	Duchicela et al. (43)	2017	Randomiserad kontrollerad studie.	Barn 3-12 år.	Jämförde lustgas med standardhantering.	Ingen skillnad sågs på procedurens längd eller återhämtning i någon av grupperna.

<p>Procedurer med både lustgas och Fentanyl var mest reponering av förskjutna frakturer. Procedurer med enbart lustgas var borttagande av främmande kropp, sårbehandling samt tömning av abscesser.</p>	<p>Seiler et al. (40)</p>	<p>2019</p>	<p>Observationsstudie med prospektiv insamlad data.</p>	<p>Barn 2-16 år.</p>	<p>Lustgas med eller utan kombination av intranasalt Fentanyl.</p>	<p>Ingen skillnad i procedur eller återhämtningstid noterades.</p>
---	---------------------------	-------------	---	----------------------	--	--