Journal of Gorgan University of Medical Sciences

e-ISSN: 2008-4080 p-ISSN: 1562-4765

2026 / Vol 28 / No 3

Effect of Nitrous Oxide on Laryngeal Mask Airway Cuff Pressure during General Anesthesia with Inhalational Anesthetics and the Occurrence of Sore Throat: A Clinical Trial

Arazberdi Ghourchaei*[1], Mansour Deylami [2], Seyed Mehdi Hosseini [3], Sepideh Yazdanpanah [3]

1 Clinical Research Development Unit (CRDU), 5 Azar Hospital, Department of Anesthesia, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 2 Department of Anesthesia, School of Medicine, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran. 3 Anesthesiologist, 5 Azar Hospital, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran.

***Corresponding Author:** Arazberdi Ghourchaei, **E-mail:** ghourchaeiarazberdi@gmail.com

Abstract

Background: Evidence clearly indicates that inhaled nitrous oxide (N_2O) increases laryngeal mask airway cuff pressure, but there is no complete consensus regarding the impact of this increase on important clinical outcomes, such as postoperative sore throat, cough, and analgesic requirements. This study aimed to determine the effect of nitrous oxide on laryngeal mask airway cuff pressure during general anesthesia with inhalational agents and on the occurrence of sore throat.

Methods: This clinical trial involved 84 patients with American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status I or II scheduled for general or orthopedic surgery at 5 Azar Teaching Hospital in Gorgan, Iran during 2024. The control group received isoflurane plus 100% oxygen (mean age, 34.50±13.5 years; 23 men and 19 women), whereas the intervention group received isoflurane plus 70% nitrous oxide (mean age, 35.67±12.6 years; 22 men and 20 women). Laryngeal mask airway cuff pressure was measured at baseline and every 15 minutes until the end of surgery. Hemodynamic indices (mean arterial pressure, heart rate, and oxygen saturation) and clinical complications (sore throat and cough) were recorded.

Results: At minute 60, mean cuff pressure was 33.79±2.52 cmH_2O in the control group and 35.67±2.65 cmH_2O in the intervention group ($P<0.05$). At 45 minutes after induction of anesthesia, mean arterial pressure was 71.75±5.56 in the control group and 72.26±5.76 in the intervention group. At minute 60, mean arterial pressure was 78.45±5.43 in the control group versus 69.98±6.80 in the intervention group ($P<0.05$). At minute 30, heart rate was 81.57 beats/min in the control group and 73.29 beats/min in the intervention group. Corresponding heart rates were 75.95 versus 67.69 beats/min at minute 45 and 73.67 versus 69.31 beats/min at minute 60 ($P<0.05$).

Conclusion: Nitrous oxide increases laryngeal mask airway cuff pressure; however, intermittent intraoperative cuff-pressure monitoring was not associated with an increase in clinical complications.

Article Type: Research Article

Article History

Received	21 Oct 2026
Received in revised form	24 May 2026
Accepted	30 May 2026
Available Online	24 Nov 2026

Keywords:
Nitrous Oxide
Laryngeal Masks
Anesthesia, General
Pharyngitis

Article ID: Vol28-22

Cite this article as: Ghourchaei A, Deylami M, Hosseini SM, Yazdanpanah S. [Effect of Nitrous Oxide on Laryngeal Mask Airway Cuff Pressure during General Anesthesia with Inhalational Anesthetics and the Occurrence of Sore Throat: A Clinical Trial]. J Gorgan Univ Med Sci. 2026; 28(3): 11-18. [Article in Persian]

Publisher: Golestan University of Medical Sciences
URL: gorganmedj.goums.ac.ir

© The author(s)

Journal of Gorgan University of Medical Sciences

Extended Abstract

2026 / Vol 28 / No 3

Introduction

The laryngeal mask airway (LMA), one of the most widely used and safest supraglottic airway devices, is a common alternative to endotracheal intubation during general anesthesia. However, LMA use is not without complications, and cuff pressure adjustment and monitoring remain major challenges. Excessive cuff pressure may reduce perfusion of the pharyngeal and laryngeal mucosa, cause nerve injury, and increase postoperative complications such as sore throat and dysphagia. Clinical recommendations emphasize maintaining cuff pressure within a safe range below 60 cmH_2O (approximately 44 mmHg).

One important factor that impairs control of LMA cuff pressure is the concomitant use of nitrous oxide (N_2O). As a commonly used adjunct during general anesthesia, nitrous oxide rapidly diffuses into enclosed air-filled spaces, such as the LMA cuff, because of its greater blood solubility than nitrogen, leading to progressive increases in cuff volume and pressure. This expansion can increase intracuff pressure substantially, by as much as two- to threefold, and heighten the risk of tissue injury and postoperative complications.

Although substantial evidence indicates that N_2O inhalation increases LMA cuff pressure, there is no complete consensus regarding the extent to which this increase affects clinically important outcomes, including sore throat, cough, and postoperative analgesic requirements. Some studies suggest that active monitoring and control of cuff pressure may prevent these complications. Nitrous oxide also stimulates GABA receptors and inhibits neuronal potassium channels, while exerting analgesic effects through noncompetitive inhibition of N-methyl-D-aspartate (NMDA) glutamate receptors. Its effects on hemodynamic stability throughout anesthesia also require further investigation. This study aimed to determine the effects of nitrous oxide on LMA cuff pressure during general anesthesia with inhalational anesthetics and on the occurrence of sore throat.

Methods

This clinical trial included 84 patients undergoing general or orthopedic surgery with American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status I or II at 5 Azar Teaching Hospital in Gorgan, Iran during 2024. The control group received isoflurane plus 100% oxygen (mean age, 34.50±13.5 years; 23 men and 19 women), and the intervention group received isoflurane plus 70% nitrous oxide (mean age, 35.67±12.6 years; 22 men and 20 women).

Eligibility criteria included age 18–65 years, ASA physical status I or II, and elective orthopedic or general surgery expected to last more than 1 hour, with an LMA used for airway management under general anesthesia. Patients with anatomical abnormalities of the upper airway, a history of active pulmonary disease, gastroesophageal reflux, increased intraocular pressure, hypersensitivity to the anesthetic agents used, or a need for high-dose vasopressors were ineligible. Withdrawal criteria included air leakage around the LMA, mask displacement, or a need for intraoperative endotracheal intubation.

Before anesthesia, an appropriately sized classic LMA was selected according to body weight: size 3 for 30–50 kg, size 4 for 50–70 kg, and size 5 for 70–100 kg.

The study was described as double-blind: patients and data analysts were unaware of the intervention, whereas researchers knew group allocation because the administered gas was identifiable.

Patients were randomized into two groups using permuted blocks of four, as follows.

Control group: isoflurane plus 100% oxygen.

Intervention group: isoflurane plus 70% nitrous oxide.

Each group initially comprised 42 patients, and all 42 patients in each group completed the study.

Standard monitoring included electrocardiography (ECG), noninvasive blood pressure (NIBP), pulse oximetry (SpO_2), and end-tidal carbon dioxide ($ETCO_2$). Anesthesia was induced with intravenous fentanyl (2 µg/kg), propofol (2–2.5 mg/kg), and atracurium (0.2 mg/kg). A classic LMA of appropriate size was then inserted. After confirming correct LMA placement and bilateral breath sounds, anesthesia was maintained with isoflurane plus either 70% nitrous oxide or oxygen, according to group assignment.

Intracuff LMA pressure was measured using a calibrated handheld manometer at 0 (immediately after initial adjustment), 15, 30, 45, and 60 minutes after initiation of nitrous oxide or oxygen alone. If pressure increased, excess air was released and pressure was readjusted to 40 cmH_2O.

Demographic and clinical information, including age, body mass index, surgery type, and surgery duration, was recorded. LMA cuff pressure, mean arterial pressure, heart rate, and arterial oxygen saturation were measured and documented every 15 minutes until the end of surgery. Cough, sore throat, and the need for opioids or analgesics in the recovery room were assessed and recorded when present.

Data were analyzed using SPSS-21, descriptive statistics (means and standard deviations), and inferential tests (Mann–Whitney, Fisher exact, and chi-square), with statistical significance set at $P<0.05$.

Results

Mean body weight was 72 kg in the control group and 67 kg in the intervention group. Orthopedic procedures accounted for 64.3% and 66.7% of surgeries, respectively, with no statistically significant difference. ASA classification also did not differ significantly between groups.

Comparison of mean LMA intracuff pressure (cmH_2O) over time revealed a substantial time-dependent increase in the nitrous oxide group.

In the control group, mean cuff pressure changed minimally during the 60-minute period and remained within the safe range below 40 cmH_2O, with no significant difference over time.

In the nitrous oxide group, mean cuff pressure increased continuously beginning 15 minutes after the start of surgery.

At 60 minutes, cuff pressure differed significantly between groups: 35.67±2.65 in the intervention group versus 33.79±2.52 in the control group ($P<0.003$).

Mean arterial pressure (MAP) at 45 minutes after anesthesia induction was 75.71±5.56 in the control group versus 72.26±5.76 in the intervention group; at 60 minutes, the corresponding values were 78.45±5.43 versus 69.98±6.80. These differences were statistically significant ($P<0.05$).

Heart rate did not differ significantly between groups during the first 15 minutes. However, significant between-group differences were observed at 30 minutes (81.57 in the control group vs 73.29 in the intervention group), 45 minutes (75.95 vs 67.69), and 60 minutes (73.67 vs 69.31; $P<0.05$).

No statistically significant between-group difference in arterial oxygen saturation (SpO_2) was observed at any measurement time.

Sore throat occurred in the recovery room in 3 control patients and 5 intervention patients; no cases were observed on the ward,

Journal of Gorgan University of Medical Sciences

Extended Abstract

2026 / Vol 28 / No 3

and no treatment was required. Its incidence did not differ significantly between groups.

Cough occurred in the recovery room in 6 control patients and 11 intervention patients; no cases were observed on the ward, and no treatment was required. There was no significant between-group difference in cough incidence.

Nausea and vomiting occurred in the recovery room in 8 control patients and 10 intervention patients. The text also reports that nausea and vomiting did not occur in the control and intervention groups.

Treatment in the recovery room was provided to 6 control patients and 4 intervention patients.

There was no significant between-group difference in the occurrence or treatment of nausea and vomiting.

Opioid treatment was administered in the recovery room to 20 control patients (47.6%) and 17 intervention patients (40.5%), with no statistically significant difference.

Conclusion

The findings revealed a marked, time-dependent increase in LMA intracuff pressure among patients receiving N_2O, particularly at 60 minutes after anesthesia induction. However, intermittent adjustment to maintain cuff pressure below 40 cmH_2O was not associated with a significant increase in clinical complications.

Our findings indicated that mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) in the nitrous oxide group were significantly higher at 45 and 60 minutes.

As an inhaled gas, nitrous oxide induces physiological cardiovascular changes involving vasodilation and altered cardiac loading. The delayed manifestation of these changes highlights the importance of monitoring hemodynamic parameters during prolonged use of N_2O with an LMA, particularly because no differences were observed early in the present study. This pattern suggests divergent longer-term hemodynamic responses between groups.

Despite the marked increase in cuff pressure, the groups did not differ significantly in important postoperative complications, including cough, nausea, vomiting, or opioid requirements. Although sore throat was more common in the N_2O group, the difference was not statistically significant. This lack of a significant association between increased cuff pressure and clinical complications may be attributable to active cuff pressure control in the study protocol. Pressure was measured every 15 minutes and adjusted as needed to remain within a safe range, potentially preventing prolonged tissue injury and postoperative complications.

Our study strongly supports continuous attention to monitoring and adjustment of cuff pressure as a critical measure for preventing N_2O -related tissue injury.

One limitation was that cuff pressure was monitored and adjusted intermittently (every 15 minutes), rather than continuously. Continuous monitoring might have provided a more accurate picture of peak transient cuff pressures. Another limitation was the inclusion of elective surgeries of specified duration, which may restrict generalizability to longer procedures or those involving extensive LMA manipulation. Long-term outcomes were also not assessed.

Ethical Statement

The study was approved by the Ethics Committee of Golestan University of Medical Sciences (IR.GOUMS.REC.1403.438) and registered with the Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT20250224064836N1).

This study was derived from the thesis of Mr. Seyed Mehdi Hosseini for specialist training in anesthesiology (research code 114142) at Golestan University of Medical Sciences.

Conflicts of Interest

No conflicts of interest.

Authors' Contributions

Arazberdi Ghourchaei: Project administration and design; Project execution; Data analysis; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript; Approval of the final manuscript. **Mansour Deylami:** Project administration and design; Project execution; Data analysis; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript; Approval of the final manuscript. **Seyed Mehdi Hosseini:** Project execution; Data collection; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript. **Sepideh Yazdanpanah:** Project execution; Data collection; Interpretation of the results; Drafting of the initial manuscript.

Inhalation of 70% nitrous oxide during general anesthesia significantly increases LMA intracuff pressure to levels exceeding the clinically safe range. It is also associated with significant decreases in heart rate and mean arterial pressure toward the end of surgery. Nevertheless, when cuff pressure is monitored and adjusted intermittently, this pressure increase does not significantly raise the incidence of short-term postoperative clinical complications.

مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان

پاییز ۱۴۰۵ / دوره ۲۸ / شماره ۳ (پی در پی ۹۹)

دارای رتبه علمی -پژوهشی از کمیسیون نشریات علوم پزشکی کشور

e-ISSN: ۲۰۰۸-۴۰۸۰ p-ISSN: ۱۵۶۲-۴۷۶۵

با دسترسی آزاد

تحقیقی

اثر گاز نیتروس اکساید بر افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک حین بیهوشی عمومی با بیهوش کننده‌های استنشاقی و بروز گلودرد: یک کارآزمایی بالینی

ارازبردی قورچائی*[۱]، منصور دیلمی[۲]، سیدمهدی حسینی[۳]، سپیده یزدان‌پناه[۳]

۱ واحد توسعه تحقیقات بالینی، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر، گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۲ گروه بیهوشی و مراقبت‌های ویژه، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران. ۳ متخصص بیهوشی، مرکز آموزشی درمانی ۵ آذر، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: *شواهد روشنی مبنی بر افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک در نتیجه استنشاق N_2O وجود دارد و اجماع کاملی در مورد میزان تأثیر این افزایش فشار بر پیامدهای بالینی جدی مانند گلودرد، سرفه، و نیاز به مسکن پس از جراحی وجود ندارد. این مطالعه به منظور تعیین اثر گاز نیتروس اکساید بر افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک حین بیهوشی عمومی با بیهوش کننده‌های استنشاقی و بروز گلودرد انجام شد.*

روش بررسی: *این کارآزمایی بالینی روی ۸٤ بیمار کاندید جراحی عمومی و ارتوپدی با ASA کلاس I و II در گروه‌های کنترل و مداخله شامل دریافت کننده ایزوفلوران + اکسیژن ۱۰۰ درصد (گروه کنترل، سن ۱۳/۵ ±۳٤/۵۰ سال، ۲۳ مرد و ۱۹ زن) و دریافت کننده ایزوفلوران + نیتروس اکساید ۷۰درصد (گروه مداخله، سن ۱۲/٦ ±۳۵/٦۷ سال، ۲۲ مرد و ۲۰ زن) در مرکز آموزشی درمانی پنج آذر گرگان در سال ۱٤۰۳ انجام شد. فشار کاف لارنژیال ماسک در شروع و هر ۱۵ دقیقه تا پایان عمل اندازه‌گیری شد. شاخص‌های همودینامیک (فشار متوسط شریانی، ضربان قلب، درصد اشباع اکسیژن) و بروز عوارض بالینی (گلودرد، سرفه) ثبت گردید.*

یافته‌ها: *میانگین فشار کاف در دقیقه ٦۰ در گروه کنترل ۲/۵۲ ±۳۳/۷۹ و در گروه مداخله ۲/٦۵ ±۳۵/٦۷ سانتی‌متر آب بود (P<۰/۰۵). میانگین فشار متوسط شریانی، ٤۵ دقیقه بعد از شروع بیهوشی در گروه کنترل ۵/۵٦ ±۷۱/۷۵ و در گروه مداخله ۵/۷٦ ±۷۲/۲٦ بود. فشار متوسط شریانی در دقیقه ٦۰ گروه کنترل ۵/٤۳ ±۷۸/٤۵ و در گروه مداخله ٦/۸۰ ±٦۹/۹۸ بود (P<۰/۰۵). تعداد ضربان قلب در دقیقه ۳۰، در گروه کنترل ۸۱/۵۷ در دقیقه و در گروه مداخله ۷۳/۲۹ در دقیقه تعیین شد. تعداد ضربان قلب در دقیقه ٤۵ در گروه کنترل ۷۵/۹۵ در مقابل ٦۷/٦۹ در گروه مداخله و در دقیقه ٦۰ جراحی در گروه کنترل ۷۳/٦۷ در مقابل ٦۹/۳۱ در گروه مداخله تعیین شد (P<۰/۰۵).*

نتیجه‌گیری: *استفاده از نیتروس اکساید موجب افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک می‌شود؛ اما با پایش متناوب فشار کاف در طول عمل افزایش عوارض بالینی مشاهده نشد.*

واژه‌های کلیدی: *بیهوشی عمومی ، نیتروس اکساید ، ماسک لارنژیال ، فارنژیت*

* نویسنده مسؤول: ارازبردی قورچائی ، پست الکترونیکی: ghourchaeiarazberdi@gmail.com

نشانی: گرگان، ابتدای جاده قدیم گرگان به کردکوی، مجموعه آموزش عالی (شادروان فلسفی) دانشگاه علوم پزشکی گلستان، دانشکده پزشکی، تلفن ۰۱۷-۳۲۴۵۲۶۵۱

تاریخچه مقاله	دریافت	اصلاح نهایی	پذیرش	انتشار
	۱۴۰۴/۷/۲۹	۱۴۰۵/۳/۳	۱۴۰۵/۳/۹	۱۴۰۵/۹/۳

مقدمه

لارنژیال ماسک (Laryngeal Mask Airway: LMA) به‌عنوان یکی از متداول‌ترین و ایمن‌ترین تجهیزات فوق‌حنجره‌ای، یک جایگزین رایج برای لوله‌گذاری داخل تراشه در بیهوشی عمومی محسوب می‌شود. با این حال، استفاده از لارنژیال ماسک بدون عارضه نیست و یکی از چالش‌های اصلی، تنظیم و پایش فشار کاف آن است. فشار بیش از حد کاف می‌تواند منجر به کاهش خون‌رسانی به مخاط حلق و حنجره، آسیب عصبی و در نهایت افزایش بروز عوارض جانبی پس از عمل نظیر گلودرد و دیسفاژی شود. توصیه‌های بالینی بر حفظ فشار کاف در محدوده ایمن زیر ۶۰ سانتی‌متر آب (تقریباً ۴۴ میلی‌متر جیوه) تأکید دارند.[۱-۳]

یکی از عوامل مهم مختل کننده کنترل فشار کاف لارنژیال ماسک، استفاده همزمان از گاز نیتروس اکساید (Nitrous Oxide: N_2O) است. نیتروس اکساید به عنوان یک گاز مکمل رایج در بیهوشی عمومی، به دلیل حلالیت بالاتر در خون نسبت به نیتروژن، به سرعت به فضاهای بسته پر از هوا مانند کاف LMA نفوذ کرده و باعث افزایش تدریجی حجم و فشار کاف می‌شود. این اتساع کاف می‌تواند فشار داخل آن را به میزان قابل توجهی (تا دو یا

سه برابر) افزایش دهد و خطر آسیب بافتی و عوارض پس از عمل را بالا برد.[۴]

اگرچه شواهد روشنی مبنی بر افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک در نتیجه استنشاق N_2O وجود دارد؛ اجماع کاملی در مورد میزان تأثیر این افزایش فشار بر پیامدهای بالینی جدی مانند گلودرد، سرفه، و نیاز به مسکن پس از جراحی وجود ندارد. برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند که پایش و کنترل فعال فشار کاف می‌تواند از بروز این عوارض جلوگیری کند.[۵-۷] همچنین، نیتروس اکساید گیرنده‌های گابا را تحریک می‌کند و کانال‌های پتاسیمی نورون‌ها را مهار می‌کند و اثر بی‌دردی خود را از طریق مهار غیررقابتی گیرنده‌های گلوتامات (N-Methyl-d-Aspartate: NMDA) می‌گذارد.[۳و۸] تأثیر گاز نیتروس اکساید بر پایداری همودینامیک در طول مدت بیهوشی نیز نیاز به بررسی دقیق‌تری دارد. این مطالعه به منظور تعیین اثر گاز نیتروس اکساید بر افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک حین بیهوشی عمومی با بیهوش کننده‌های استنشاقی و بروز گلودرد انجام شد.

روش بررسی

این کارآزمایی بالینی روی ۸۴ بیمار کاندید جراحی عمومی و ارتوپدی با ASA کلاس I و II در گروه‌های کنترل و مداخله شامل دریافت کننده ایزوفلوران + اکسیژن ۱۰۰ درصد (گروه کنترل، سن ۱۳/۵±۳۴/۵۰ سال، ۲۳ مرد و ۱۹ زن) و دریافت کننده ایزوفلوران + نیتروس اکساید ۷۰درصد (گروه مداخله، سن ۱۲/۶±۳۵/۶۷ سال، ۲۲ مرد و ۲۰ زن) در مرکز آموزشی درمانی پنج آذر گرگان در سال ۱۴۰۳ انجام شد.

حجم نمونه بر اساس مطالعه Kharge و همکاران[۹] با میانگین فشار کاف ۳/۱±۳۴/۵ در گروه نیتروس اکساید و ۲/۸±۳۲/۱ در گروه کنترل، با سطح اطمینان ۹۵ درصد، توان آزمون ۸۰ درصد و d=2، حداقل ۳۸ نفر و با احتساب ۱۰ درصد ریزش ۸۴ نفر تعیین گردید.

معیارهای ورود به مطالعه بیماران شامل محدوده سنی ۱۸ تا ۶۵ سال، وضعیت فیزیکی بیهوشی کلاس ۱ و ۲ ، کاندید جراحی‌های ارتوپدی یا عمومی انتخابی با مدت زمان تخمینی بیش از یک ساعت که برای مدیریت راه هوایی از ماسک حنجره‌ای در بیهوشی عمومی استفاده گردید؛ بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل بیماران دارای ناهنجاری‌های آناتومیک در مسیر هوایی فوقانی، سابقه بیماری‌های ریوی فعال، ریفلاکس گاستروازوفاژیال، فشار داخل چشم بالا، سابقه حساسیت به داروهای بیهوشی مورد استفاده، یا نیازمند استفاده از دوزهای بالای وازوپرسورها بودند. معیارهای خروج از مطالعه شامل مشاهده نشت هوا از اطراف لارنژیال ماسک، جابه‌جایی ماسک یا نیاز به لوله‌گذاری داخل تراشه حین عمل بودند.

قبل از شروع بیهوشی برای تمام بیماران، لارنژیال ماسک کلاسیک متناسب با وزن انتخاب گردید. لارنژیال ماسک شماره ۳ برای وزن ۳۰ تا ۵۰ کیلوگرم ، شماره ۴ برای ۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم و شماره ۵ برای ۷۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم گذاشته شد.

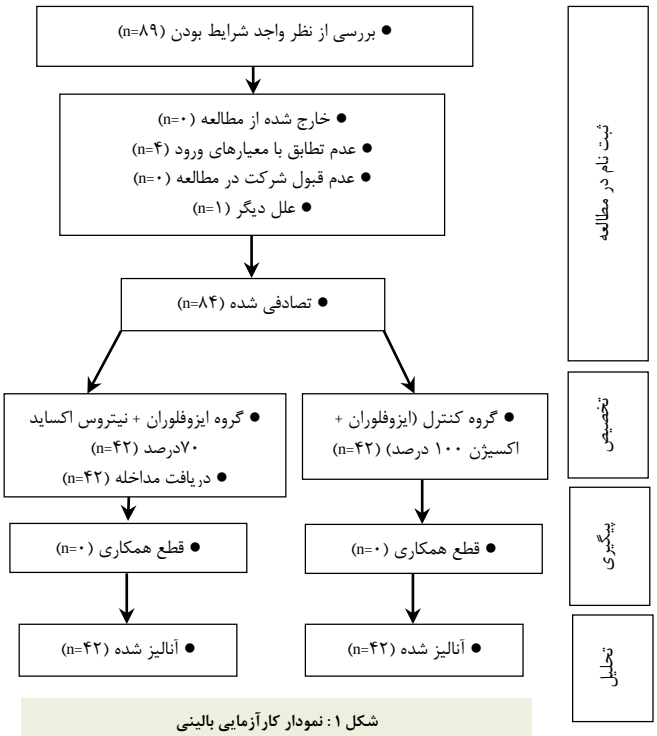
مطالعه دو سویه کور بود. به طوری که آنالیز کننده داده‌ها و بیماران با رضایت خودشان از نوع مداخله اطلاعی نداشتند؛ اما به دلیل آشکار بودن نوع گاز استفاده شده برای بیمار، محقق از گروه‌ها اطلاع داشت.

بیماران به صورت تصادفی (بلوک جایگشتی چهارتایی) در دو گروه به شرح زیر قرار گرفتند.

گروه کنترل: دریافت کننده ایزوفلوران + اکسیژن ۱۰۰ درصد.

گروه مداخله: دریافت کننده ایزوفلوران + نیتروس اکساید ۷۰درصد.

بیماران گروه کنترل و مداخله در ابتدا ۴۲ نفر بودند و در طول مطالعه تا انتها هر گروه با ۴۲ نفر ادامه یافت (شکل یک).



شکل ۱ : نمودار کارآزمایی بالینی

مانیتورینگ استاندارد شامل الکتروکاردیوگرافی (ECG)، فشار خون غیرتهاجمی (NIBP)، پالس اکسی‌متری (SpO_2)، و فشار انتهای بازدمی دی‌اکسید کربن ($ET\ CO_2$) آغاز شد. القای بیهوشی با تزریق داخل وریدی فنتانیل (۲میکروگرم/کیلوگرم) و پروپوفول (۲ تا ۲/۵ میلی‌گرم/کیلوگرم) و آتراکوریوم (۰/۲ میلی‌گرم/کیلوگرم) انجام شد. سپس ماسک حنجره‌ای نوع کلاسیک با سایز متناسب با وزن بیمار کار گذاشته شد. پس از اطمینان از قرار گرفتن لارنژیال ماسک در مکان مناسب و سمع صدای هوا در هر دو ریه بیماران برای تداوم بیهوشی در دو گروه ایزوفلوران+نیتروس اکساید ۷۰ درصد یا ایزوفلوران+اکسیژن تقسیم گردید.

فشار داخل کاف لارنژیال ماسک در زمان‌های صفر (بلافاصله پس از تنظیم اولیه)، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه پس از شروع دریافت نیتروس اکساید یا اکسیژن به تنهایی با استفاده از یک مانومتر دستی مدرج، اندازه‌گیری و در صورت افزایش فشار، حجم اضافی تخلیه و دوباره تا ۴۰ سانتی‌متر آب تنظیم گردید.

در نهایت داده‌های دموگرافیک بیماران شامل سن، نمایه توده بدنی، نوع و مدت جراحی ثبت گردید. فشار کاف لارنژیال ماسک، فشار متوسط شریانی، ضربان قلب و درصد اشباع اکسیژن خون شریانی هر از ۱۵ دقیقه تا انتهای عمل سنجیده و ثبت گردید. علایمی مانند سرفه، گلودرد، نیاز به مخدر و نیاز به مسکن در ریکاوری بررسی شد و در صورت بروز هر کدام از علایم ثبت گردید.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-21 و آمارهای توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و آزمون‌های آماری استنباطی (من‌ویتنی، فیشر و کای دو) در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

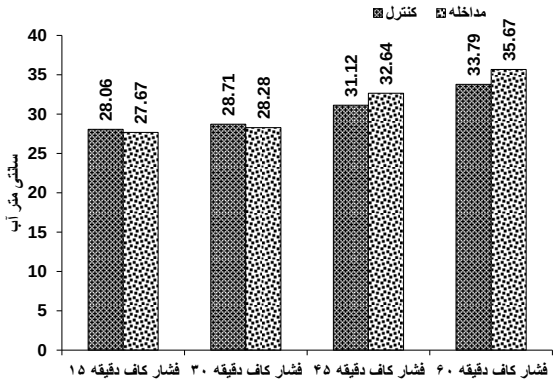
یافته‌ها

وزن گروه کنترل ۷۲ کیلوگرم و گروه مداخله ۶۷ کیلوگرم بود. نوع جراحی ارتوپدی در گروه کنترل ۶۴/۳ درصد و در گروه مداخله ۶۶/۷ درصد بود که تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. کلاس ASA دو گروه نیز تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول یک).

جدول ۱ : اطلاعات دموگرافیک گروه کنترل (ایزوفلوران + اکسیژن ۱۰۰ درصد) و گروه مداخله (ایزوفلوران + نیتروس اکساید ۷۰درصد)

گروه‌ها	جراحی عمومی تعداد (درصد)	ارتوپدی تعداد (درصد)	ASA-I تعداد (درصد)	ASA-II تعداد (درصد)
کنترل	۱۵ (۳۵/۷)	۲۷ (۶۴/۳)	۲۵ (۵۹/۵)	۱۷ (۴۰/۵)
مداخله	۱۲ (۳۳/۳)	۲۸ (۶۶/۷)	۲۶ (۶۱/۹)	۱۶ (۳۸/۱)

مقایسه میانگین فشار داخل کاف لارنژیال ماسک (برحسب سانتی‌متر آب) در طول زمان بین دو گروه کنترل و مداخله نشان‌دهنده یک افزایش قابل توجه و وابسته به زمان در گروه دریافت‌کننده نیتروس اکساید بود (نمودار یک).



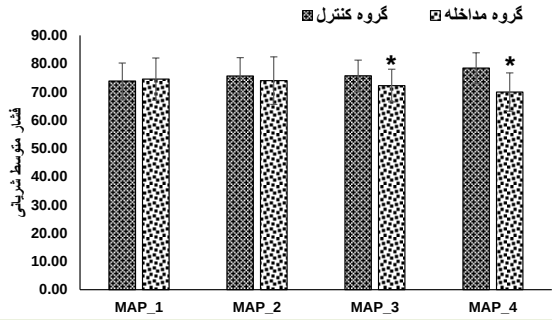
نمودار ۱ : میانگین فشار کاف لارنژیال ماسک در دو گروه کنترل و مداخله

در گروه کنترل، میانگین فشار کاف در طول ۶۰ دقیقه تغییرات ناچیزی داشت و در محدوده ایمن زیر ۴۰ سانتی‌متر آب باقی ماند که تفاوت آماری معنی‌دار نداشت.

در گروه نیتروس اکساید، میانگین فشار کاف به طور مداوم و از ۱۵ دقیقه پس از شروع جراحی، افزایش یافت.

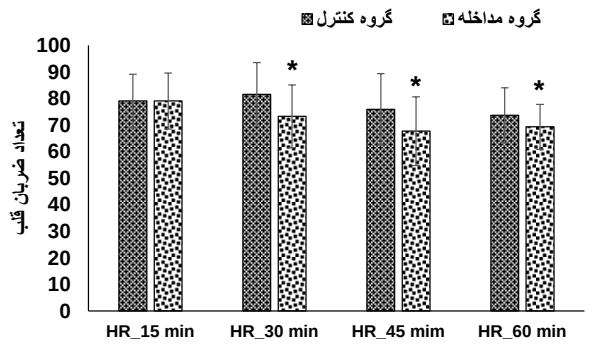
تفاوت آماری معنی‌دار در فشار کاف بین دو گروه در ۶۰ دقیقه ۳۵/۶۷±۲/۶۵ در گروه مداخله در مقابل ۲/۵۲ ±۳۳/۷۹ در گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۰۳).

در بررسی فشار متوسط شریانی (MAP) در گروه نیتروس اکساید، در ۴۵ دقیقه بعد از شروع بیهوشی در گروه کنترل ۷۵/۷۱±۵/۵۶ در مقابل ۷۲/۲۶±۵/۷۶ در گروه مداخله و در دقیقه ۶۰ در گروه کنترل ۷۸/۴۵±۵/۴۳ در مقابل ۶۹/۹۸±۶/۸۰در گروه مداخله تعیین شد که این تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار بودند (P<۰/۰۵) (نمودار ۲).



نمودار ۲ : میانگین فشار متوسط شریانی در دو گروه کنترل و مداخله

بین تعداد ضربان قلب در دقیقه بیماران دو گروه مورد مطالعه در ۱۵ دقیقه اول بین دو گروه تفاوت آماری معنی داری وجود نداشت؛ اما در زمان‌های ۳۰ دقیقه (۸۱/۵۷ در گروه کنترل در مقابل گروه مداخله ۷۳/۲۹)، زمان ۴۵ دقیقه (۷۵/۹۵ در گروه کنترل در مقابل گروه مداخله ۶۷/۶۹) و ۶۰ دقیقه (۷۳/۶۷ در مقابل گروه مداخله ۶۹/۳۱) تفاوت بین گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (نمودار ۳).



نمودار ۳ : میانگین تعداد ضربان قلب در دقیقه در دو گروه کنترل و مداخله

در سطح اشباع اکسیژن شریانی (SpO_2) تفاوت آماری معنی‌داری

در هیچیک از زمان‌های اندازه‌گیری بین دو گروه مورد مطالعه یافت نشد.

بروز گلودرد در ریکاوری در ۳ بیمار از گروه کنترل و ۵ بیمار از گروه مداخله دیده شد و در بخش هیچ موردی دیده نشد و نیاز به مداخله درمانی نداشتند. تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه در بروز گلودرد مشاهده نشد.

بروز سرفه در ریکاوری در ۶ بیمار از گروه کنترل و ۱۱ بیمار از گروه مداخله دیده شد و در بخش هیچ موردی دیده نشد و نیاز به مداخله درمانی نداشتند. تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه در بروز سرفه مشاهده نشد.

بروز تهوع و استفراغ در ریکاوری در ۸ بیمار از گروه کنترل و ۱۰ بیمار از گروه مداخله دیده شد. بروز تهوع و استفراغ در گروه‌های کنترل و مداخله دیده نشد.

مداخله درمانی در ریکاوری برای ۶ بیمار از گروه کنترل و ۴ بیمار از گروه مداخله انجام شد.

تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه در بروز و درمان تهوع و استفراغ مشاهده نشد.

درمان با مخدر در ریکاوری در ۲۰ بیمار (۴۷/۶ درصد) گروه کنترل و ۱۷ بیمار (۴۰/۵ درصد) گروه مداخله انجام شد و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود.

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، افزایش قابل توجه و وابسته به زمان فشار داخل کاف لارنژیال ماسک در گروه دریافت‌کننده N_2O، به ویژه در دقیقه ۶۰ پس از القاء بیهوشی مشاهده شد؛ اما با تنظیم متناوب فشار کاف در محدوده زیر ۴۰ سانتی‌متر آب، افزایش معنی‌داری در عوارض بالینی مشاهده نشد. این نتیجه مشابه مطالعه Kim و همکاران است که افزایش فشار کاف لارنژیال ماسک را با گاز نیتروس اکساید گزارش کردند.[۳]

به دلیل حلالیت بالاتر نیتروس اکساید در خون در مقایسه با نیتروژن، N_2O به‌طور پیوسته از مویرگ‌های مخاطی اطراف کاف به داخل فضای کاف لارنژیال ماسک انتشار می‌یابد. این فرآیند منجر به افزایش حجم و فشار کاف می‌شود.

نتایج ما نشان داد که فشار متوسط شریانی (MAP) و ضربان قلب (HR) در گروه نیتروس اکساید در زمان‌های ۴۵ و ۶۰ دقیقه به‌طور معنی‌داری بالاتر است. پایش دقیق فشار کاف در طول بیهوشی توسط سراویستاو و ژاوو توصیه شده است که می‌تواند از افزایش فشار بیش از حد و عوارض بعدی جلوگیری کند.[۶و۷]

نیتروس اکساید به عنوان گاز استنشاقی موجب تغییرات فیزیولوژیک در سیستم قلبی - عروقی می‌شود که به شکل گشادشدگی عروقی و تغییر در بار قلبی است.[۱۰و۱۱] تأخیر در بروز این علایم اهمیت اندازه‌گیری پارامترهای همودینامیک را در طول استفاده طولانی مدت از N_2O و لارنژیال ماسک را برجسته می‌سازد. در حالی که در مراحل ابتدایی مطالعه حاضر تفاوتی وجود نداشت. این الگو نشان‌دهنده پاسخ متفاوت طولانی‌مدت همودینامیک بین گروه‌ها است. در مطالعه Kim و همکاران که اثر نیتروس اکساید بر تغییرات همودینامیک ارزیابی شد؛ بر تفاوت‌های زمانی که در مراحل ابتدایی معنی‌دار نبودند؛ اما در مراحل بعدی روند تغییر مشاهده شد؛ تاکید گردید.[۳]

برخلاف افزایش چشمگیر فشار کاف، مطالعه ما تفاوت آماری معنی‌داری در بروز عوارض بالینی مهم پس از عمل شامل سرفه، تهوع و استفراغ و نیاز به مخدر بین دو گروه کنترل و مداخله نشان نداد. اگرچه شیوع گلودرد در گروه N_2O بالاتر بود؛ اما به آستانه معنی‌دار آماری نرسید. این عدم همبستگی معنی‌دار بین افزایش فشار کاف و عوارض بالینی می‌تواند به دلیل کنترل فعال فشار کاف در پروتکل این مطالعه باشد. فشار کاف در فواصل ۱۵ دقیقه‌ای اندازه‌گیری و در صورت لزوم تعدیل شد تا در حد ایمن باقی بماند. احتمالاً این پایش و تنظیم متناوب از آسیب بافتی طولانی‌مدت و عوارض پس از عمل جلوگیری کرده است. یافته‌های مشابه دیگر مطالعات[۳و۱۲] نیز این نتیجه را تایید می‌کنند.

مطالعه ما قویاً تأیید می‌کند که پایش و تنظیم مستمر فشار کاف، عامل حیاتی برای جلوگیری از آسیب بافتی ناشی از N_2O است.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به پایش و تنظیم فشار کاف به صورت متناوب (هر ۱۵ دقیقه) اشاره کرد که به صورت مداوم انجام نشد. پایش پیوسته ممکن بود تصویر دقیق‌تری از حداکثر فشار لحظه‌ای کاف ارائه دهد. از دیگر محدودیت این مطالعه می‌توان به انجام مطالعه روی جراحی‌های انتخابی با مدت زمان مشخص اشاره نمود که نتایج ممکن است به اعمال جراحی طولانی‌تر یا جراحی‌هایی که نیاز به دستکاری شدید لارنژیال ماسک دارند؛ قابل تعمیم نباشد. همچنین پیامدهای طولانی مدت ارزیابی نشده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که استنشاق گاز نیتروس اکساید به میزان ۷۰ درصد حین بیهوشی عمومی، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش فشار داخل کاف لارنژیال ماسک، به سطوحی بالاتر از محدوده ایمن بالینی می‌شود. همچنین با کاهش معنی‌دار ضربان قلب و فشار متوسط شریانی در اواخر عمل همراه است. با این حال، با فرض پایش و تنظیم متناوب فشار کاف، این افزایش فشار اثر معنی‌داری بر افزایش بروز عوارض بالینی کوتاه‌مدت پس از عمل ندارد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گلستان (IR.GOUMS.REC.1403.438) و مرکز ثبت کارآزمایی بالینی

ایران (IRCT20250224064836N1) قرار گرفت.

این مطالعه حاصل پایان‌نامه آقای سیدمهدی حسینی برای اخذ تخصص در رشته بیهوشی (کد پژوهشی ۱۱۴۱۴۲) از دانشگاه علوم پزشکی گلستان بود.

تعارض منافع

بین نویسندگان تضاد منافع وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

ارازبردی قورچائی: مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله. **منصور دیلمی:** مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله. **سیدمهدی حسینی:** انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر نتایج و نوشتن نسخه اولیه مقاله. **سپیده یزدان‌پناه:** انجام پروژه، جمع‌آوری داده‌ها، تفسیر نتایج و نوشتن نسخه اولیه مقاله.

References

1. Lowinger D, Benjamin B, Gadd L. Recurrent laryngeal nerve injury caused by a laryngeal mask airway. Anaesth Intensive Care. 1999 Apr;27(2):202-5. https://doi.org/10.1177/0310057x9902700214.
2. Joe HB, Kim DH, Chae YJ, Kim JY, Kang M, Park KS. The effect of cuff pressure on postoperative sore throat after Cobra perilaryngeal airway. J Anesth. 2012 Apr;26(2):225-29. https://doi.org/10.1007/s00540-011-1293-2.
3. Kim YU, Cho BH, Cho HR. Comparison of Intracuff Pressure and Postoperative Sore Throat Following Use of Laryngeal Mask Airway Protector With or Without Nitrous Oxide Anesthesia. J Perianesth Nurs. 2021 Jun;36(3):247-52. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2020.10.001.
4. Eger EI 2nd, Saidman LJ. Hazards of nitrous oxide anesthesia in bowel obstruction and pneumothorax. Anesthesiology. 1965 Jan-Feb;26:61-66. https://doi.org/10.1097/00000542-196501000-00011.
5. Burgard G, Möllhoff T, Prien T. The effect of laryngeal mask cuff pressure on postoperative sore throat incidence. J Clin Anesth. 1996 May;8(3):198-201. https://doi.org/10.1016/0952-8180(95)00229-4.
6. Xiao YG, Xue FS, Hu B, Tian T. In Reference to Effects of Nitrous Oxide on Intracuff Pressure of Laryngeal Mask Airway and Occurrence of Postoperative Sore Throat. J Perianesth Nurs. 2022 Feb;37(1):5-6. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2021.06.001.
7. Bagle A, Raj A, Gaur S, Singh C, Kale A. Battle of the Gases: How Air and Nitrous Oxide Affect Endotracheal Tube Cuff Pressure During General Anesthesia. Cureus. 2024 Aug;16(8):e67367. https://doi.org/10.7759/cureus.67367.
8. Brown SM, Sneyd JR. Nitrous oxide in modern anaesthetic practice. BJA Education. 2016;16(3):87-91.
9. Kharge ND, Patil YS, Kotak NM, Pujari A, Patel RD. Comparison of Laryngeal Mask Airway Cuff Pressure Changes with Nitrous Oxide and Oxygen vs Room Air Used for LMA Cuff Inflation: A Prospective Randomized Study. Res Inno Anesth. 2023;8(2):33-37. https://doi.org/10.5005/jp-journals-10049-2030.
10. Zafirova Z, Sheehan C, Hosseinian L. Update on nitrous oxide and its use in anesthesia practice. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2018 Jun;32(2):113-23. https://doi.org/10.1016/j.bpa.2018.06.003.
11. Metange H, Kadam S. Laryngeal mask airway cuff pressure and its influence on the incidence of pharyngolaryngeal adverse effects: need for regular monitoring. Anaesthesia, Pain & Intensive Care. 2021;25(4):494. doi. 10.35975/apic.v25i4.1447.
12. Eger EI II, Saidman LJ, Westhorpe RN. The Wondrous Story of Anesthesia. 1st ed. New York: Springer. 2014; p: 93.