

Ein tiefer Atemzug in der Genderfrage: Warum das Geschlecht im Atemwegsmanagement mehr bedeutet als nur anatomische Unterschiede

A Deep Breath into the Gender Question: Why gender means more than just differences in anatomy when it comes to airway management

M. Kriege¹

► **Zitierweise:** Kriege M: Ein tiefer Atemzug in der Genderfrage: Warum das Geschlecht im Atemwegsmanagement mehr bedeutet als nur anatomische Unterschiede. *Anästh Intensivmed* 2026;67:164–171. DOI: 10.19224/ai2026.164

Zusammenfassung

Das Atemwegsmanagement ist ein zentraler Bestandteil der Anästhesie-, Notfall- und Intensivmedizin. Geschlechterunterschiede im Bereich der Atemwege verändern sich im Verlauf des menschlichen Lebens und werden von anatomischen, physiologischen sowie hormonellen Faktoren bestimmt. Frauen und Männer unterscheiden sich unter anderem in der Atemwegsanatomie, Gewebeschaffenheit und Atemphysiologie, was potenzielle Auswirkungen auf das Atemwegsmanagement haben könnte. Ziel dieser Arbeit ist es, das Vorhandensein wissenschaftlicher Erkenntnisse zu geschlechtsspezifischen Veränderungen der Atemwege zu untersuchen, deren klinische Relevanz – sofern vorhanden – zu diskutieren und Perspektiven für eine individualisierte, geschlechterspezifische Praxis aufzuzeigen.

Summary

Airway management is a central skill of anesthesia, emergency, and intensive care medicine. Sex-related differences in the airway change in the course of human life and are determined by anatomical, physiological, and hormonal factors. Women and men differ, for example, in features related to airway anatomy, tissue characteristics, and respiratory physiology, which could potentially affect airway management. The objective of this work is to identify existing scientific evidence on sex-specific changes in the airway, to discuss their clinical relevance if such evidence exists, and to outline perspectives for an individualized, sex-specific practice.

Einleitung

Das Atemwegsmanagement gehört zu den kritischen Techniken in der Anästhesie, Intensivmedizin und Notfallmedizin. Traditionell wurden Standards und Empfehlungen weitgehend geschlechtsneutral formuliert. In der Literatur wird zugleich auf anatomische und physiologische Besonderheiten zwischen Frauen, Männern sowie transgender oder nichtbinären Menschen hingewiesen, die für das Atemwegsmanagement relevant sein können. Dies betrifft die präoperative Evaluation des Atemwegs über die supraglottische/tracheale Atemwegsicherung bis hin zur Beatmung und Extubation.

Dieser Artikel stellt keinerlei Form von Geschlechterdiskriminierung dar. Er basiert auf wissenschaftlichen Daten und dient ausschließlich der Darstellung klinisch relevanter, geschlechterspezifischer Unterschiede im Atemwegsmanagement. Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, das Verständnis für anatomische, physiologische und hormonelle Variationen zu fördern und daraus resultierende Implikationen für die Patientensicherheit in Anästhesie, Intensivmedizin und Notfallmedizin hervorzuheben.

Anatomische und hormonelle Besonderheiten

Pharyngeale Strukturen

In Deutschland leiden etwa 26 Millionen Menschen unter dem obstruktiven Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) [1]. Ge-

¹ Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Direktorin: Prof. Dr. N.-M. Wagner)

Die in diesem Artikel verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich immer gleichermaßen auf weibliche und männliche Personen. Auf eine Doppelnennung und gegenderte Bezeichnungen wird zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Atemwegsmanagement – Geschlechterunterschiede – Anatomische Variabilität

Keywords

Airway Management – Sex Differences – Anatomical Variability

messen am AHI (Apnoe-Hypopnoe-Index) wird eine gemittelte Prävalenz über alle Altersgruppen in Deutschland von 13 % bei Frauen und 30 % bei Männern angegeben, wenn ein AHI >15/h (mittlere Schlafapnoe) nachgewiesen wird [1]. Frauen zeigen – im Gegensatz zu Männern, bei denen dies bereits ab etwa 40 Jahren beobachtet wird – häufig erst ab etwa 60 Lebensjahren einen AHI >5 [1]. Bei Kindern wird ein OSAS (auch als „upper airway resistance syndrome“ bezeichnet) mit einer Prävalenz von 4 % angegeben, wobei sich eine Häufung beim männlichen Geschlecht zeigt [2].

Als Ursache des OSAS wird unter anderem ein unzureichendes Wachstum des Unterkiefers nach vorne genannt, das einen reduzierten enoralen Luftraum im hinteren Bereich des Rachens (posterior airway space – PAS) bedingt. In einer Studie erwies sich das Geschlecht als der wichtigste unabhängige Faktor, der zur Größe des Pharynx beiträgt [3]. Männer wiesen im Mittel einen signifikant größeren pharyngealen Raum auf als Frauen ($3,63$ (Standardabweichung) $\pm 0,10$ vs. $3,20 \pm 0,09$ cm²; $p < 0,01$). Auch die pharyngeale Mechanik unterschied sich zwischen Frauen und Männern. Bei Männern zeigte sich eine Korrelation zwischen der Veränderung des Lungenvolumens und einer größeren Änderung der pharyngealen Querschnittsfläche als bei Frauen ($0,60 \pm 0,14$ vs. $0,12 \pm 0,12$ cm²; $p < 0,02$).

Whittle et al. untersuchten in einer Studie geschlechtsbezogene Unterschiede der Weichteilstrukturen der oberen Atemwege bei gesunden Frauen und Männern [4]. Als primäre Determinanten des Atemwegskalibers werden drei Domänen diskutiert: das Fettgewebe der oberen Atemwege, die kraniofaziale Morphologie sowie die Größe der umgebenden Weichteilstrukturen (Zunge, weicher Gaumen, laterale Pharynxwände). Da Frauen im Allgemeinen einen geringeren Halsumfang als Männer aufweisen, erscheint die Hypothese plausibel, dass kraniofaziale Strukturen, Fettablagerungen im Bereich der oberen Atemwege und die Größe der relevanten Weichteilstrukturen bei Frauen geringer ausgeprägt sind als bei Männern.

Bei einer Tonusänderung der Zungenrundmuskulatur im Schlaf oder durch eine neuromuskuläre Blockade im Rahmen einer Allgemeinanästhesie kann der PAS weiter abnehmen und eine Maskenventilation oder Laryngoskopie erschweren. Dies zeigt sich auch in mehreren Studien, die eine erschwerte Maskenventilation (definiert als Desaturation < 90 % SpO₂, hohe Leckage oder Notwendigkeit eines zweiten Anästhesisten) und/oder eine schwierige Intubation (definiert als ≥ 3 Intubationsversuche zur Sicherung des Atemwegs) bei männlichen Patienten (Alter 57–66 Jahre) mit OSAS (AHI >12) aufzeigen konnten [5–8].

In einer weiteren Studie wurden verschiedene Patienteneigenschaften gewichtet, die mit einer schwierigen Maskenventilation einhergehen (z. B. männliches Geschlecht, Vollbart, Mallampati III–IV, OSAS). Bei Vorliegen von ≥ 3 Punkten lag die Odds Ratio (OR) bei 8,9 (95%-KI 5,2–15,4). Beachtenswert ist zugleich der in der Studie angegebene Halsumfang $\geq 37,5$ cm als unabhängiger Prädiktor für eine erschwerte Maskenventilation [7], der wiederum bei der Risikoerhebung im Rahmen des STOP-BANG-Scores mit > 43 cm angegeben wird [9].

Laut der aktuellen S3-Leitlinie „Schlafbezogene Atmungsstörungen“ der Deutschen Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin e.V. [10] soll bei einem entsprechenden anatomischen Befund der oberen Atemwege wie:

- Mikrogenie (kleiner Unterkiefer)
- mandibuläre Retrognathie (Rücklage des Unterkiefers in Relation zur vorderen Schädelbasis)
- enger sagittaler Gesichtsschädelaufbau (Zungengrund-Rachenhintergrund-Abstand, PAS < 10 mm im Fernröntgenbild)

eine Vorverlagerung des Ober- und/oder Unterkiefers (bimaxilläres Advancement bzw. maxillomandibuläres Advancement) erwogen werden, insbesondere wenn eine andere Therapie (Continuous Positive Airway Pressure) nicht möglich ist bzw. nicht ausreichend toleriert wird. Das maxillomandibuläre Advancement stellt mit einer Reduktion des AHI von 80–90 % und oft einer vollständigen

Genesung eine hocheffektive Therapie zur Behandlung des OSAS dar [10]. Da diese Umstellungsosteotomie sowohl in Kliniken als auch im ambulanten Bereich der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie erfolgt, ist ein besonderer Blick auf die erschwerte Maskenventilation und die Rolle des männlichen Geschlechts essenziell.

Weiterhin kann sich der pharyngeale Raum während der Schwangerschaft bei Frauen physiologisch verkleinern. Pilkington et al. zeigten eine deutliche Zunahme der Mallampati-Klassifikation (ML) zwischen der 12. und 38. Schwangerschaftswoche (SSW) [11]. Die Inzidenz eines ML IV lag in der 38. Woche im Mittel bei 34 %. Die Autoren wiesen auf einen Zusammenhang zwischen Veränderungen der Atemwegssituation (u. a. Zunahme des Plasmavolumens zwischen der 16. und 22. SSW, östrogen- und progesteronvermittelter reduzierter systemvaskulärer Widerstand mit konsekutiv erhöhtem Herzzeitvolumen sowie erhöhte Schleimhautperfusion) und der Gewichtszunahme (mittlere Gewichtszunahme von etwa 11–12,3 kg) während der Schwangerschaft hin [11]. In einer weiteren Studie wurde ein 3,5-facher Anstieg von Patientinnen mit Mallampati III oder IV ($p < 0,05$) beobachtet [12]. Kodali et al. berichteten über rasche Veränderungen der Mallampati-Klassifikation während der Geburt und beschrieben einen 1,7-fachen Anstieg der ML III und IV in der postpartalen gegenüber der pränatalen (präpartalen) Erhebung [13]. In einer weiteren Studie konnten diese Veränderungen während der Wehentätigkeit (a. e. durch Valsalva-Manöver während der Austreibungsphase) bei Mallampati III bis IV mit einer 1,4-fach höheren Häufigkeit beobachtet werden [12]. Zudem konnten 48 h post partum (u. a. durch Flüssigkeitssubstitution) noch bei 21 % der Frauen ein Mallampati IV beobachtet werden, verglichen mit 0 % in der 32. SSW [12].

Auch wenn die Mallampati-Klassifikation aufgrund der geringen Spezifität nur eingeschränkt zu verwerthen ist, wurde in einem systematischen Review eine unveränderte Inzidenz des schwierigen Atemwegs (1970–2015) in der geburts-hilfflichen Anästhesie von 2,6 pro 1000

Allgemeinanästhesien (1:390) analysiert [14], im Vergleich zu nichtgeburthilflichen Allgemeinanästhesien mit 0,3 pro 1000 (1:3330) [15]. Der Autor weist darauf hin, dass der Begriff „schwieriger Atemweg“ im genannten Review unterschiedlich definiert wurde (z. B. >3 Intubationsversuche, Maskenbeatmung mit Desaturation <70 % SpO₂) und daher die Inzidenz im Vergleich zu anderen Studien eher höher ausfallen kann.

Halsweichteile und Halswirbelsäule

Aktuelle Studien zur anatomischen und biomechanischen Morphologie von Kopf, Hals und Halswirbelsäule sowie zu den Gewebeeigenschaften zeigen, dass sich die Halswirbelsäule erwachsener Frauen und Männer signifikant unterscheidet [16]. Männer weisen neben einem höheren Zungenvolumen einen vergrößerten Halsumfang (unabhängig vom Körpergewicht) im Vergleich zu Frauen auf [17]. In Studien mit Finite-Elemente-Modellen (Messung der biomechanischen Kraftübertragung) führen diese Unterschiede zu geschlechtsspezifischer Kinematik der Halswirbelsäule als Reaktion auf Kraftübertragungen und konnten hierdurch geschlechtsspezifische Muster von Halswirbelsäulenverletzungen bei biomechanischer Belastung erklären [17]. So werden bei Männern im Mittel 42,2 Newton (N) – gemessen an der Kraftübertragung bei direkter Laryngoskopie mit einem Macintosh-Laryngoskopspatel auf die oberen Schneidezähne bei einem Patientengewicht von 75 kg – benötigt, um eine Cormack-Lehane(C&L)-Klassifikation von I–II zu erreichen [17]. Bei Frauen liegt die Kraftübertragung bei 36 N. Die Autoren merken kritisch an, dass bei höherem Patientengewicht (und damit mehr Halsweichteilgewebe) ein entsprechend höherer Kraftaufwand erforderlich sein kann.

Larynx

Der menschliche Kehlkopf weist ausgeprägte geschlechtsspezifische Unterschiede auf. Der Schildknorpel (Cartilago thyroidea) besteht aus zwei knorpeligen

Laminae, die im vorderen Bereich in der Mittellinie zusammentreffen. Bei Frauen beträgt der dadurch gebildete Winkel 120°, bei Männern etwa 90°. Diese anatomischen Unterschiede sind auch äußerlich erkennbar, u. a. in der prominenteren Ausprägung der Cartilago thyroidea („Adamsapfel“) beim Mann. Die Stimmlippen sind bei Männern im Mittel um etwa ein Viertel länger und zudem dicker als bei Frauen und beeinflussen dadurch unter anderem die Phonation [18]. Magnetresonanztomographische Untersuchungen zeigen, dass die den Kehlkopf umgebenden Strukturen bei Frauen anatomisch signifikant kleiner sind als bei Männern [3,19]. Darüber hinaus wird ein günstiger Einfluss weiblicher Hormone (u. a. Progesteron) auf den Musculus genioglossus diskutiert, der am Os hyoideum sowie an der Epiglottis ansetzt [20]. Der Musculus genioglossus wirkt dem Zurückfallen der Zunge in den Pharynx während des Schlafs entgegen und spielt somit eine zentrale Rolle in der Pathophysiologie des OSAS [20]. Diese anatomischen Unterschiede wurden auch in einer prospektiven Observationsstudie gezeigt, in der sonographische Messwerte (z. B. Abstand von Haut zur Thyroidmembran und Abstand zwischen Zungenbein und Schildknorpel) erhoben wurden. Die Messwerte korrelierten insbesondere beim männlichen Geschlecht mit einer schwierigen Intubation [21].

In den letzten Jahren sind vermehrt Studien zu postoperativen Halsschmerzen (postoperative sore throat – POST) erschienen. POST kann als Komplikation bei Patienten auftreten, die sich einem operativen Eingriff in Allgemeinanästhesie unterzogen haben. Die Inzidenz postoperativer Halsschmerzen liegt zwischen 12,1 % und 70 % [22,23]. Zu den zugrunde liegenden Mechanismen und Einflussfaktoren zählen Epithelschäden und Läsionen der Mukosa infolge der Atemwegssicherung, Stimmlippenläsionen, Schleimhautkongestion sowie Hämatombildung/Blutkoagel und technische Faktoren wie ein im Verhältnis zu großer Endotrachealtubus (ETT), die Form der Cuffmanschette, der Cuffdruck und die Art bzw. der Grad der Fixierung der Atemwegshilfe. In zwei Studien konnten mehrere Prädiktoren für POST identi-

fiziert werden: weibliches Geschlecht (OR 1,66 [p<0,003]), gynäkologische Eingriffe (OR 1,52 [p<0,01]) und der Einsatz eines ETT versus einer Larynxmaske (OR 12,4 vs. 5,26 [p<0,0001]) [8]. In einer aktuellen Studie konnten die Autoren jedoch keinen Unterschied bezüglich POST bei Verwendung eines ETT oder einer Larynxmaske feststellen [24]. Interessanterweise wurde bei weiblichen Patienten im Vergleich zu männlichen Patienten eine höhere Inzidenz von POST in der Larynxmaskengruppe (26 % vs. 6 %; p = 0,02) dokumentiert. Die Cuffdrücke wurden hierbei standardisiert bei Verwendung des ETT zwischen 20–30 cmH₂O und bei der Larynxmaske zwischen 30–60 cmH₂O eingestellt.

Die Autoren führen die erhöhte Inzidenz von POST in der Larynxmaskengruppe auf eine cuffedruckbedingte Nerven-/Mukosaläsion zurück, die bei weiblichen Patienten letztlich ausgeprägter war. Weitere Studien, die die Relevanz des Geschlechts im Kontext intubationsassoziiierter Beschwerden untersucht haben, konnten zeigen, dass Frauen im Vergleich zum männlichen Geschlecht häufiger und ausgeprägter unter Halsschmerzen leiden [25,26]. In einer älteren Studie konnten bei 2725 Frauen (65 %) 1,5-fach häufiger Halsschmerzen (p<0,001) sowie 2,6-fach häufiger Übelkeit und Erbrechen (p<0,001) postoperativ nachgewiesen werden [27]. Interessanterweise beeinflusst die Erhebungsmethode die berichtete Inzidenz von POST. In einer Studie mit 242 Patienten und gleichgeschlechtlichem Interviewer im weißen Kittel wurde eine signifikant höhere Inzidenz durch direkte Befragung der Patienten im Vergleich zur indirekten Befragung angegeben [28]. Studien aus der Schmerzforschung erklären diese geschlechterspezifischen Beobachtungen bezüglich der Schmerzwahrnehmung durch unterschiedliche hormonelle Effekte (Progesteron-/Östrogenwirkung), Unterschiede in der endogenen Opioidmodulation, der Immun- und inflammatorischen Antwort sowie neurobiologischer Signalwege [29].

Ein Grund für die höhere Inzidenz von Halsschmerzen bei Frauen kann – wie zuvor beschrieben – der Innendurchmesser (ID) des ETT sein. Oftmals wird in

der klinischen Praxis standardmäßig ein ID von 7,5 mm bei Frauen und 8,0 mm bei Männern verwendet. Diese Größenwahl trägt den tatsächlichen anatomischen und funktionellen Gegebenheiten möglicherweise nicht ausreichend Rechnung [30–32]. So konnte in einer Studie mit 101 Patienten eine 2,2-fach geringere Inzidenz (22 % vs. 48 %) von Halsschmerzen nachgewiesen werden, wenn für Frauen ein ETT mit einem ID von 6,5 mm und für Männer ein ETT mit einem ID von 7,0 mm verwendet wurde. Unterschiede in Beatmungsparametern wurden hierbei nicht festgestellt [32]. Kritisch ist anzumerken, dass in der Vergleichsgruppe bei Frauen ein ID von 8,5 mm und bei Männern ein ID von 9,0 mm verwendet wurde. In einer weiteren Studie mit 809 Patienten wurde ein ETT mit einem ID von 7,5 mm bei Frauen und 8,0 mm bei Männern (High-Volume, Low-Pressure ETT) zur Intubation verwendet [33]. Die Autoren konnten bei 68 % der Frauen und 32 % der Männer ($p < 0,001$) ein POST feststellen [33]. Der Cuffdruck wurde – analog früheren Studien [32] – bei 25 cmH₂O (Ausbleiben einer relevanten Cuffleckage) adjustiert. Aufgrund der oben aufgeführten geschlechtsspezifischen Unterschiede der laryngealen Strukturen wäre ein ETT-ID von 7,0 mm für Frauen eine geeignete Alternative. In einer aktuellen Studie konnten die Autoren einen Vorteil von ETT mit konischen Cuffmanschetten (48 % POST) im Vergleich zu zylindrischen Cuffmanschetten (73 % POST) bei standardisierten Cuffdrücken von 20–30 cmH₂O feststellen [34].

Untere Atemwege

Bereits bei der Geburt zeigen weibliche Neonaten Unterschiede in der Offenhaltung kleiner Atemwege, während männliche Neonaten ein „dysanaptisches Wachstum“ zeigen, bei dem die Atemwege langsamer wachsen als das Lungengewebe – ein Phänomen, das bis ins Erwachsenenalter bestehen kann [35]. Hormonelle Veränderungen, insbesondere zyklische Schwankungen bei Frauen im reproduktiven Alter, führen zu Unterschieden in der Atemwegsreaktivität, Chemosensitivität und dem ventilatorischen Bedarf während körperli-

cher Belastung und können Erkrankungen wie Asthma beeinflussen. Zudem beeinflussen hormonelle Schwankungen – etwa in Schwangerschaft oder Menopause – das Risiko eines Atemwegsödems.

Ab der Pubertät wachsen bei Frauen die Atemwege und das Lungenparenchym proportional, während bei Männern das Wachstum der Atemwege dem Lungenwachstum hinterherhinkt. Jungen weisen daher im Verhältnis zur Anzahl der Atemwege eine geringere Zahl an Alveolen auf, was zu einer niedrigeren expiratorischen Flussrate führt – selbst dann, wenn das somatische Wachstum bereits abgeschlossen ist [35]. Während der Adoleszenz werden die von Männern erzeugten höheren Atemdrücke dem Einfluss von Testosteron sowie der sich während der Pubertät verändernden Form des Thorax und der Atemmuskulatur zugeschrieben.

Die Interaktion zwischen Sexualhormonen und ihren jeweiligen Rezeptoren (Östrogenrezeptor, Androgenrezeptor und Progesteronrezeptor) hat sowohl genomische als auch nichtgenomische Effekte. Erstere umfassen die Kontrolle der Transkription durch Bindung von Hormon-Rezeptor-Komplexen an Gen-Promotorregionen. Letztere bestehen aus einer indirekten Regulation – mit transkriptioneller Wirkung – über die Aktivierung intrazellulärer Signalkaskaden, die durch G-Proteine vermittelt werden. Untersuchungen zeigen, dass Sexualhormone den Atemwegstonus und entzündliche Prozesse beeinflussen und in verschiedenen Lungenzelltypen – etwa alveolären Makrophagen, Neutrophilen, dendritischen Zellen und Eosinophilen – Wirkungen entfalten können [36].

Unterschiede in der Atemwegs-sicherung

Basierend auf den Ebenen der Atemwegssicherung konnte – wie oben beschrieben – das männliche Geschlecht als unabhängiger Risikofaktor für eine schwierige Maskenbeatmung identifiziert werden. In einer Kohortenstudie wurde das männliche Geschlecht im Difficult Facemask Score (DIFFMASK) zusammen mit 12 weiteren Faktoren

evaluiert [37]. Die Testgenauigkeit des DIFFMASK wird mit einer Sensitivität von 85 % und einer Spezifität von 59 % angegeben.

Weiterhin wurde auch bei Verwendung einer Larynxmaske in zwei Studien mit einer Fallzahl von jeweils 15 000 Patienten das männliche Geschlecht mit einer OR von 1,74 (95%-KI 1,23–2,45) bzw. 1,75 (95%-KI 1,07–2,86) als Risikofaktor für eine schwierige Larynxmasken-Insertion angegeben [38,39]. Aktuell existiert keine Studie, die als primären Endpunkt die Inzidenz einer schwierigen Intubation (DI) zwischen weiblichen und männlichen Patienten untersucht hat. In zwei aktuellen Studien konnte in der jeweiligen Subgruppenanalyse eine erhöhte Inzidenz an DI (definiert als ≥ 2 Intubationsversuche) bei männlichen Patienten von 3,6–4,3 % gegenüber weiblichen Patienten (1,2–1,6 %) beobachtet werden [40,41].

In einer weiteren Studie wurde der „Gender-Effekt“ bezüglich Prädiktoren eines schwierigen Atemwegs und der tatsächlichen Inzidenz einer schwierigen Laryngoskopie sowie DI bei 2200 Patienten unter Allgemeinanästhesie untersucht [42]. Die Autoren konnten zeigen, dass bei männlichen Patienten häufiger eine (sonographisch nachgewiesene) vermehrte Zungendicke (> 62 mm), häufiger ein ML \geq III sowie häufiger eine Upper-Lip-Bite-Klassifikation 3 als Prädiktoren dokumentiert wurden. Dementsprechend wurde bei Männern in 9,6 % eine schwierige Laryngoskopie (definiert als C&L \geq III) und in 3,2 % eine DI (definiert als Intubationsdauer > 10 Minuten oder > 3 Intubationsversuche) erhoben, im Vergleich zu Frauen mit 3,3 % bzw. 1,4 % [42].

In einer Simulationsstudie mit einem High-Fidelity-Simulator wurden an den oberen Schneidezähnen und an der Zunge Drucksensoren angebracht, um die Kraftübertragung durch direkte und indirekte Laryngoskopie zwischen Frauen und Männern bei normalem Atemweg zu untersuchen [43]. Die Autoren konnten eine höhere Kraftübertragung bei weiblichen Probandinnen (direkt: 48 N; Videolaryngoskop: 45 N) im Vergleich zu männlichen Probanden (direkt: 37 N; Videolaryngoskopie: 33

N) beobachten, um C&L I–II zu erreichen. Diese Untersuchung legt somit im Median einen um 30 % niedrigeren Kraftaufwand bei männlichen Probanden nahe. Weiterhin benötigten in einer Studie weibliche Probandinnen bei direkter Laryngoskopie in 32 % der Fälle >1 Intubationsversuch, verglichen mit männlichen Probanden in 20 % der Fälle ($p < 0,001$) [40]. Interessanterweise war in der indirekten Laryngoskopiegruppe (Videolaryngoskop mit Macintosh-ähnlichem Spatel) kein Unterschied mehr zu beobachten (9 % vs. 8 %). Daten zur Koniotomie und geschlechtsspezifischen Unterschieden sind in der aktuellen Literatur nicht vorhanden.

In einer weiteren, kürzlich erschienenen Studie konnten die Autoren zeigen, dass geschlechtsspezifische Unterschiede auch beim physiologisch schwierigen Atemweg (definiert als Hypotension, $pH < 7,3$, Schockindex $\geq 0,9$) zu finden waren. Obwohl mehr männliche Patienten (57,5 % vs. 42,5 %) einen physiologisch schwierigen Atemweg aufwiesen, wurde in der multivariablen logistischen Regressionsanalyse das weibliche Geschlecht als unabhängiger Outcome-Parameter mit einer OR von 1,49 (95%-KI 1,07–2,07) angegeben [44]. Die Autoren nahmen das weibliche Geschlecht in den Difficult Airway Physiological Score (DAPS) mit insgesamt 12 Variablen auf. Andere Scores zum Atemwegsmanagement (z. B. Wilson Risk Sum, El-Ganzouri Multivariate Risk Index, Arne Score, LEMON oder MACCHA Score) sind geschlechtsneutral.

Komplikationen

Wie zuvor beschrieben, wird bei weiblichen Patienten eine erhöhte Inzidenz von POST beobachtet. Im NAP4-Report (4th National Audit Project des Royal College of Anaesthetists) aus dem Jahr 2011 wurden schwerwiegende Komplikationen (z. B. Aspiration, Hypoxie, hypoxisch-ischämische Enzephalopathie) vorwiegend bei männlichen Patienten beobachtet [45].

Der NAP7-Report untersuchte perioperative Herz-Kreislauf-Stillstände in allen NHS-Krankenhäusern im Vereinigten Königreich (Erhebungszeitraum

2021–2022). Insgesamt wurden 881 perioperative Herzstillstände erfasst (Gesamtinzidenz ca. 1:3000 Anästhesien). Für die geburtshilfliche Anästhesie wurden 28 Herzstillstände berichtet (Inzidenz 7,9/100.000 Anästhesien), wobei Frauen in der Geburtshilfe im Vergleich zum Gesamtkollektiv seltener betroffen waren als nichtgeburtshilfliche Patientinnen [46].

Im ANZEDAR-Register (Australia and New Zealand Emergency Department Airway Registry) wurden häufiger Desaturationen bei männlichen Patienten während der Atemwegsicherung beobachtet sowie mehr einseitige Hauptbronchus-Intubationen bei weiblichen Patienten [47]. Blickt man auf die Postextubationsphase, so lässt sich in der Literatur eine signifikant höhere Reintubationsrate nach 48 h bei Männern (11 %) als bei Frauen (6 %) nachweisen [48]. Nach 7 Tagen zeigte sich hierbei kein signifikanter Unterschied mehr. In der multivariablen logistischen Regressionsanalyse war das männliche Geschlecht als unabhängiger Risikofaktor mit einer Reintubation innerhalb der ersten 7 Tage nach Extubation assoziiert (adjustierte OR 1,70 [95%-KI 1,01–2,89]; $p = 0,048$), auch nach Adjustierung für Aufnahmegrund, Body-Mass-Index, Atemfrequenz vor Extubation sowie nichtinvasive Ventilation nach Extubation. Die Autoren erklären diese Beobachtung damit, dass Männer häufiger nach einem Herz-Kreislauf-Stillstand aufgenommen wurden und häufiger eine zugrunde liegende ischämische Herzerkrankung aufwiesen, während Frauen häufiger wegen Koma aufgenommen wurden und häufiger adipös waren [48].

Perioperative Besonderheiten bei transgener Patienten

Zur Veränderung der Phonation kann die krikothyreoidale Approximation die Spannung der Stimmbänder erhöhen. Dabei wird der Ringknorpel (Cartilago cricoidea) über eine zervikale Inzision nach posterosuperior verlagert, während der Schildknorpel (Cartilago thyroidea) nach anteroinferior bewegt wird, sodass sich beide Knorpel einander annähern. Diese Technik kann die Membrana

cricothyroidea sowie den krikothyreoidalen Raum vollständig beseitigen und dadurch die Durchführbarkeit des Atemwegsmanagements beeinflussen [49].

Die feminisierende Gesichtschirurgie (Facial Feminization Surgery) umfasst eine Gruppe chirurgischer Eingriffe, die nahezu ausschließlich bei TGD/Personen (transgender and gender diverse individuals) durchgeführt werden, die ihrem Gesicht ein feminineres Erscheinungsbild verleihen möchten. Für die anästhesiologische Praxis sind insbesondere folgende Eingriffe relevant: die Reduktion und Verschmälerung des Unterkieferwinkels, die Kinnkorrekturoperation (Genioplastik) sowie die Reduktion des Adamsapfels (Thyroid Shave). Eine Unterkieferreduktion kann zu einer Verengung der Strukturen im Oropharynx führen, wodurch das Atemwegsmanagement schwieriger werden kann. Eine Genioplastik kann den wahrgenommenen thyreomentalen Abstand verändern und dadurch die äußere Atemwegsuntersuchung weniger zuverlässig machen [50].

Ohne transgender Personen zu stigmatisieren, sollten ein respektvoller und offener Umgang gewählt sowie die Prädiktoren für einen erwarteten schwierigen Atemweg aufgrund der beschriebenen anatomischen Besonderheiten berücksichtigt werden.

Schlussfolgerung

Die vorliegenden Daten legen nahe, dass das weibliche und männliche Geschlecht im Atemwegsmanagement nicht als rein demografische Variable zu verstehen ist, sondern als klinisch relevante Prädiktoren, die über anatomische, hormonelle und biomechanische Faktoren messbar in die Prättestwahrscheinlichkeit von Maskenventilations- und Intubationsschwierigkeiten sowie in das individuelle Komplikationsprofil hineinwirken. Während bei Männern konsistent erhöhte Risiken für erschwerte Maskenbeatmung und schwerwiegendere perioperative Atemwegskomplikationen berichtet werden, zeigen Frauen – neben einer höheren Rate an POST – spezifische Vulnerabilitäten durch relative Größenmismatch-Effekte (z. B.

Tubus-/Cuff-Interaktion) und dynamische Veränderungen der oberen Atemwege in der Schwangerschaft peri- und postpartal. In der Postextubationsphase weisen Post-hoc-Analysen zudem auf eine erhöhte Frühreintubationsrate bei Männern hin. Insgesamt spricht dies dafür, dass geschlechtsspezifische Unterschiede im Atemwegsmanagement während der perioperativen Phase patientensicherheitsrelevant sind und in Standards, Risikoscores und klinischen Entscheidungsalgorithmen differenzierter abgebildet werden sollten.

Fazit für die Praxis

Prospektiv folgt daraus ein klarer Handlungs- und Forschungsauftrag: Erstens sollten künftige multizentrische, prospektive Studien geschlechtsstratifiziert „harte“ Endpunkte (z. B. First-Pass Success, POST, Extubationsversagen) erheben und zugleich anatomische Kovariaten (z. B. Halsumfang, sonographische

Parameter) standardisiert berücksichtigen, um Mechanismen und Interaktionen (z. B. Body-Mass-Index, OSAS, Schwangerschaft, Indikation: Trauma vs. internistisch) sauber zu trennen. Zweitens sollten technische und prozedurale Präventionsstrategien systematisch geprüft werden (z. B. individualisierte Wahl der ETT-Größe und Cuffdruck-Management, frühzeitiger Einsatz der Videolaryngoskopie, geschlechtsspezifische Schwellenwerte für Ultraschallprädiktoren). Drittens sollten bei den bestehenden Atemwegsscores individualisierte Schwellenwerte für Frauen und Männer definiert und validiert werden, um so eine geschlechterspezifische Interpretation dieser Scores zu ermöglichen. Ziel ist ein pragmatisches, diskriminierungsfreies, aber differenziertes Risikomanagement, das die klinische Entscheidungsqualität verbessert, Komplikationen reduziert und die Patientensicherheit in Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin nachhaltig erhöht.

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie unter [ai-online.info](https://www.aionline.info) in der frei verfügbaren PDF-Version des Artikels.



Korrespondenzadresse



Prof. Dr. med.
Marc Kriege

Klinik für Anästhesiologie
Universitätsmedizin Mainz
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz, Deutschland
Tel.: 06131 172519

E-Mail: makriege@uni-mainz.de

ORCID-ID: 0000-0002-7350-7908

Literatur

- Fietze I, Laharnar N, Obst A, Ewert R, Felix SB, Garcia C, et al: Prevalence and association analysis of obstructive sleep apnea with gender and age differences – Results of SHIP-Trend. *J Sleep Res* 2019;28:e12770
- Lumeng JC, Chervin RD: Epidemiology of pediatric obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:242–252
- Brooks LJ, Strohl KP: Size and mechanical properties of the pharynx in healthy men and women. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:1394–1397
- Whittle AT, Marshall I, Mortimore IL, Wraith PK, Sellar RJ, Douglas NJ: Neck soft tissue and fat distribution: comparison between normal men and women by magnetic resonance imaging. *Thorax* 1999;54:323–328
- Kheterpal S, Han R, Tremper KK, Shanks A, Tait AR, O'Reilly M, et al: Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology* 2006;105:885–891
- Kheterpal S, Healy D, Aziz MF, Shanks AM, Freundlich RE, Linton F, et al: Incidence, predictors, and outcome of difficult mask ventilation combined with difficult laryngoscopy: a report from the multicenter perioperative outcomes group. *Anesthesiology* 2013;119:1360–1369
- Sato S, Hasegawa M, Okuyama M, Okazaki J, Kitamura Y, Sato Y, et al: Mask Ventilation during Induction of General Anesthesia: Influences of Obstructive Sleep Apnea. *Anesthesiology* 2017;126:28–38
- Kheterpal S, Martin L, Shanks AM, Tremper KK: Prediction and outcomes of impossible mask ventilation: a review of 50,000 anesthetics. *Anesthesiology* 2009;110:891–897
- Chung F, Subramanyam R, Liao P, Sasaki E, Shapiro C, Sun Y: High STOP-Bang score indicates a high probability of obstructive sleep apnoea. *Br J Anaesth* 2012;108:768–775
- Stuck BA, Arzt M, Fietze I, Galetke W, Hein H, Heiser C et al: Teil-Aktualisierung S3-Leitlinie Schlafbezogene Atmungsstörungen bei Erwachsenen. *Somnologie* 2020;24:176–208
- Pilkington S, Carli F, Dakin MJ, Romney M, De Witt KA, Doré CJ, et al: Increase in Mallampati score during pregnancy. *Br J Anaesth* 1995;74:638–642
- Boutonnet M, Faitot V, Katz A, Salomon L, Keita H: Mallampati class changes during pregnancy, labour, and after delivery: can these be predicted? *Br J Anaesth* 2010;104:67–70
- Kodali BS, Chandrasekhar S, Bulich LN, Topulos GP, Datta S: Airway changes during labor and delivery. *Anesthesiology* 2008;108:357–362
- Kinsella SM, Winton AL, Mushambi MC, Ramaswamy K, Swales H, Quinn AC, et al: Failed tracheal intubation during obstetric general anaesthesia: a literature review. *Int J Obstet Anesth* 2015;24:356–374
- Jayaraj AK, Siddiqui N, Abdelghany SMO, Balki M: Management of difficult and failed intubation in the general surgical population: a historical cohort study in a tertiary care centre. *Can J Anaesth* 2022;69:427–437
- Vasavada AN, Danaraj J, Siegmund GP: Head and neck anthropometry, vertebral geometry and neck strength in height-matched men and women. *J Biomech* 2008;41:114–121
- Hindman BJ, Dexter F, Gadomski BC, Bucx MJ: Sex-Specific Intubation Biomechanics: Intubation Forces Are Greater in Male Than in Female Patients, Independent of Body Weight. *Cureus* 2020;12:e8749
- Schünke MS, Schulte E, Schumacher U: PROMETHEUS LernAtlas der Anatomie: Kopf, Hals und Neuroanatomie, 5. Auflage. Stuttgart: Thieme 2018
- Daniel MM, Lorenzi MC, da Costa Leite C, Lorenzi-Filho G: Pharyngeal dimensions in healthy men and women. *Clinics* 2007;62:5–10
- Schwab J: Sex differences and sleep apnoea. *Thorax* 1999;54:284–285
- De Luis-Cabezón N, Ly-Liu D, Renedo-Corcostegui P, Santaolalla-Montoya F, Zabala-Lopez de Maturana A, Herrero-Herrero JC, et al: A new score for airway assessment using clinical and ultrasound parameters. *Front Med* 2024;11:1334595
- Moulder ZJ, Mann J, Bramley P, Heinz J, Wiles MD: Postoperative sore throat: a systematic review. *Anaesthesia* 2026;81:116–133
- Petrini L, Matthiesen ST, Arendt-Nielsen L: The effect of age and gender on pressure pain thresholds and suprathreshold stimuli. *Perception* 2015;44:587–596
- Jaensson M, Gupta A, Nilsson U: Gender differences in sore throat and hoarseness following endotracheal tube or laryngeal mask airway: a prospective study. *BMC Anesthesiol* 2014;14:56
- Christensen AM, Willemoes-Larsen H, Lundby L, Jakobsen KB: Postoperative throat complaints after tracheal intubation. *Br J Anaesth* 1994;73:786–787
- Kloub R: Sore throat following tracheal intubation. *Middle East J Anaesthesiol* 2001;1:29–40
- Myles PS, Hunt JO, Moloney JT: Postoperative 'minor' complications. Comparison between men and women. *Anaesthesia* 1997;52:300–306
- Harding CJ, McVey FK: Interview method affects incidence of postoperative sore throat. *Anaesthesia* 1987;42:1104–1107
- Zhang L, Zhao Y, Liu X, Chen J, Sun M, Zhang J, et al: Changes in sex hormones and their interactions are related to pain perception between different menstrual subphases. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2023; 325:R280–R289
- Lipp M, Brandt L, Daubländer M, Peter R, Bärz L: Häufigkeit und Ausprägung von Halsbeschwerden nach Allgemeinanästhesien bei Einsatz verschiedener Endotrachealtuben. *Anaesthesist* 1988;37:758–766
- McHardy FE, Chung F: Postoperative sore throat: cause, prevention and treatment. *Anaesthesia* 1999;54:444–453
- Stout DM, Bishop MJ, Dwersteg JF, Cullen BF: Correlation of endotracheal tube size with sore throat and hoarseness following general anaesthesia. *Anesthesiology* 1987;67:419–421
- Biro P, Seifert B, Pasch T: Complaints of sore throat after tracheal intubation: a prospective evaluation. *Eur J Anaesthesiol* 2005;22:307–311
- Chen GC, Lo KL, Wu ZF, Chan SM, Cheng SY, Ko CL, et al: Comparison of the incidence and severity of postoperative sore throat and subglottic airway injury with cylindrical versus tapered cuff endotracheal tubes in women undergoing surgery for breast cancer: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2025;25:181
- Merkus PJ, Borsboom GJ, Van Pelt W, Schrader PC, Van Houwelingen HC, Kerrebijn KF, et al: Growth of airways and air spaces in teenagers is related to sex but not to symptoms. *J Appl Physiol* 1993;75: 2045–2053
- Townsend EA, Miller VM, Prakash YS: Sex differences and sex steroids in lung health and disease. *Endocr Rev* 2012;33:1–47
- Lundstrøm LH, Rosenstock CV, Wetterslev J, Nørskov AK: The DIFFMASK score for predicting difficult facemask ventilation: a cohort study of 46,804 patients. *Anaesthesia* 2019;74:1267–1276

38. Ramachandran SK, Mathis MR, Tremper KK, Shanks AM, Kheterpal S: Predictors and clinical outcomes from failed Laryngeal Mask Airway Unique™: a study of 15,795 patients. *Anesthesiology* 2012;116:1217–1226
39. Saito T, Liu W, Chew ST, Ti LK: Incidence of and risk factors for difficult ventilation via a supraglottic airway device in a population of 14,480 patients from South-East Asia. *Anaesthesia* 2015;70:1079–1083
40. Kriege M, Noppens RR, Turkstra T, Payne S, Kunitz O, Tzanova I, et al: EMMA Trial Investigators Group. A multicentre randomised controlled trial of the McGrath™ Mac videolaryngoscope versus conventional laryngoscopy. *Anaesthesia* 2023;78:722–729
41. Kriege M, Lang P, Lang C, Schmidtman I, Kunitz O, Roth M, et al: A comparison of the McGrath videolaryngoscope with direct laryngoscopy for rapid sequence intubation in the operating theatre: a multicentre randomised controlled trial. *Anaesthesia* 2024;79:801–809
42. Wang B, Zheng C, Yao W, Guo L, Peng H, Yang F, et al: Predictors of difficult airway in a Chinese surgical population: the gender effect. *Minerva Anestesiol* 2019;85:478–486
43. Ono Y, Shinohara K, Shimada J, Sugiyama J, Inoue S, Kotani J: Sex Disparities in Applied Force on Maxillary Incisors Among Novices During Laryngoscopy Using a High-Fidelity Simulator: A Prospective Observational Study. *Kobe J Med Sci* 2024;69:E151–E158
44. Waheed S, Razzak JA, Khan N, Raheem A, Mian AI: Derivation of the Difficult Airway Physiological Score (DAPS) in adults undergoing endotracheal intubation in the emergency department. *BMC Emerg Med* 2024;24:40
45. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J; Fourth National Audit Project: Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments. *Br J Anaesth* 2011;106:632–642
46. Cook TM, Oglesby F, Kane AD, Armstrong RA, Kursumovic E, Soar J: Airway and respiratory complications during anaesthesia and associated with peri-operative cardiac arrest as reported to the 7th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists. *Anaesthesia* 2024;79:368–379
47. Alkhoury H, Arnold I, Bennett S, McCarthy S: Assessing Sex Disparities in Rapid Sequence Intubation Procedures in the Emergency Department: Registry Study. *Emerg Med Australas* 2025;37:e70169
48. Thille AW, Boissier F, Coudroy R, Le Pape S, Arrivé F, Marchasson L, et al: Sex difference in the risk of extubation failure in ICUs. *Ann Intensive Care* 2023;13:130
49. Harding D, Marsh S, Lennie Y: Perioperative considerations for transgender and gender diverse adults. *BJA Educ* 2023;23:136–143
50. Edwardson S, Flower L, Fawcett E, Medlock R, Cheung AS, Kamaruddin K, et al: Peri-operative care of transgender and gender-diverse individuals: guidance for clinicians and departments. *Anaesthesia* 2024;79:1102–1116.