

Ist die Evaluation des Magenvolumens mittels fokussierter Sonographie des Magenantrums auch in zeitkritischen Notfallsituationen realisierbar? Ergebnisse einer klinischen Studie

Is focused sonography of the gastric antrum feasible to evaluate stomach volumes even in time-critical emergency situations? Results of a clinical study

A. Seibel¹ · T. Steitz² · D. Molitor² · G. Gorsewski³ · J. Conzen² · S. G. Sakka⁴

► **Zitierweise:** Seibel A, Steitz T, Molitor D, Gorsewski G, Conzen J, Sakka SG: Ist die Evaluation des Magenvolumens mittels fokussierter Sonographie des Magenantrums auch in zeitkritischen Notfallsituationen realisierbar? Ergebnisse einer klinischen Studie. Anästh Intensivmed 2025;66:184–191. DOI: 10.19224/ai2025.184

Zusammenfassung

Hintergrund und Fragestellung

Die Sonographie des Magenantrums mit Messung der Querschnittsfläche (engl. cross-sectional area, CSA) zur Abschätzung des Magenvolumens ist eine gut evaluierte Methode, die vor allem in Rechtsseitenlagerung (RSL) valide Aussagen zur Magenfüllung treffen kann. Ihre grundsätzliche Anwendbarkeit in zeitkritischen Notfallszenarien und die Realisierung einer funktionierenden Integration in den Behandlungsablauf beim nicht intubierten Traumapatienten wurden bislang nicht untersucht. In der vorliegenden Studie wurde die Methode erstmalig unter erhöhtem Zeitdruck getestet. Dazu wurde in vergleichenden Messungen und nach Trinken von 200 ml Wasser die antrale CSA 10 Sekunden und 1 Minute nach Drehung von der Rückenlage in die RSL als Äquivalent für das in der Traumaversorgung standardisierte, nur wenige Sekunden andauernde Logroll-Manöver untersucht. Eine relevante Zunahme der CSA erst nach 1 Minute würde die Methode für die Notfallversorgung ausschließen.

Patienten und Methoden

Nach positivem Ethikvotum und schriftlicher Einwilligung wurden insgesamt 70 elektiv-operative Patienten in zwei Studienzentren in diese prospektive multizentrische Studie eingeschlossen. Die gemessenen antralen Querschnittsflächen wurden jeweils bilddokumentiert.

Ergebnisse

Zwischen den Zeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute in der RSL war die Magenquerschnittsfläche statistisch nicht signifikant und klinisch nicht relevant unterschiedlich. Die RSL war zur korrekten Erfassung der Flüssigkeitsmenge die überlegene Untersuchungsposition. Nüchternheit zu bestätigen gelang seltener als erwartet.

Schlussfolgerung

Die Sonographie des Magenantrums scheint geeignet zu sein, bereits wenige Sekunden nach Drehung in RSL zuverlässige Aussagen über das Magenvolumen treffen zu können. Die RSL sollte die bevorzugte Untersuchungsposition sein.

Summary

Background

Sonography of the gastric antrum with measurement of its cross-sectional area (CSA) to assess the risk of aspiration is an established method that can provide valid information on gastric filling, especially in the right lateral decubitus position (RLDP). Its basic applicability in time-critical emergency scenarios and the realization of a functioning integration into the treatment process in non-intubated trauma patients has not yet been investigated. In this study, the method was tested for the first time under increased time pressure. In detail, the antral CSA was examined in comparative measurements and following

1 Interdisziplinäre Intensivmedizin, DRK Krankenhaus Kirchen (Leitender Arzt: Dr. A. Seibel)

2 Abteilung für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Diakonie Klinikum Jung-Stilling, Akademisches Lehrkrankenhaus der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. R. Giebler)

3 Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, Landeskrankenhaus Feldkirch/Österreich (Primarius: Univ.-Doz. Dr. R. Germann)

4 Klinik für Intensivmedizin, Ev. Stift St. Martin und Kemperhof, Gemeinschaftsklinikum Mittelrhein, Akademisches Lehrkrankenhaus der Johannes-Gutenberg Universität Mainz, Koblenz (Chefarzt: Prof. Dr. S. G. Sakka)

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Notfallbehandlung – Diagnostische Sonographie – Magenantrum, Schockraumversorgung – Aspirationsrisiko – Nüchternheit

Keywords

Emergency Treatment – Ultrasound Diagnostic Imaging – Gastric Antrum – Shock Room Treatment – Respiratory Aspiration – Fasting

intake of 200 mL of water 10 seconds and 1 minute after turning from the supine position to RLDP, an equivalent of the logroll maneuver that is a standardized procedure in trauma care and lasts only a few seconds. Any relevant increase in CSA after 1 minute would rule out the applicability of the method for emergency care.

Patients and methods

After ethics approval and written consent, a total of 70 elective surgical patients of two study centres were included in this prospective multicentric study. The measured antral cross-sectional areas were image-documented.

Results

No statistically significant and clinically relevant difference was found in the RLDP after 10 seconds and 1 minute. RLDP was the superior position regarding the correct detection of the amount of fluid. Fasting could be less often confirmed than expected.

Conclusion

Sonography of the gastric antrum appears to be suitable to obtain reliable information about the gastric volume just a few seconds after rotation in RLDP. The RLDP should be the preferred examination position.

Einleitung

In der notfallmedizinischen Patientenversorgung ist die Frage der Nüchternheit eine risikobehaftete Fragestellung, die mehr oder weniger genau nach anamnestischen Angaben beurteilt werden kann. Die Aspiration von Mageninhalt während der Notfallversorgung stellt eine große Patientengefährdung dar [1,2]. Ursächlich für ein erhöhtes Aspirationsrisiko sind meist Störungen im Bereich des Kehlkopfes, erhöhter intraabdomineller Druck, Funktionsstörungen des unteren Ösophagussphinkters oder eine Kombination dieser Zustände. Aber auch Komorbiditäten wie Diabetes

mellitus können einen Einfluss auf die Magenentleerung haben. So stellt eine orale antidiabetische Therapie mit modernen Glucagon-like peptide 1(GLP-1)-Rezeptoragonisten aufgrund unkalkulierbar verzögerter Magenentleerung einen unabhängigen Faktor für ein erhöhtes perioperatives Anästhesierisiko dar [3].

Um die Restfüllung des Magens zu objektivieren, kann diebettseitige Sonographie des Magenantrums mit Messung der Querschnittsfläche (engl. cross sectional area, CSA) genutzt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Messungen an den sonoanatomischen Außengrenzen des Magenantrums erfolgen, die Magenwandung also immer in die Flächenberechnung einbezogen wird [4–8]. Der genaue Cut-off-Wert für ein erhöhtes Aspirationsrisiko ist nicht bekannt [9]. Es existiert jedoch ein Algorithmus zur Risikoeinschätzung, demzufolge der Nachweis von flüssigem Mageninhalt (gastric volume, GV) von

bis zu 1,5 ml/kgKG nicht mit einem erhöhten Aspirationsrisiko assoziiert ist [10,11].

Sowohl zur Berechnung des Magenvolumens in Rückenlage (RL) als auch in Rechtsseitenlagerung (RSL) existieren gut evaluierte Formeln, die auf der Bestimmung der CSA beruhen. Die Korrelation zwischen antraler CSA und standardisiert verabreichter Flüssigkeitsmenge zeigt sich dabei in RSL höher als in RL [4]. Dies wird dadurch erklärt, dass Flüssigkeiten in RSL schwerkraftbedingt zum Antrum als tiefstem Punkt fließen. Anhand eines in diesem Kontext entwickelten mathematischen Modells kann mit guter diagnostischer Sicherheit bei einem antralen CSA-Messwert von $<4 \text{ cm}^2$ in RSL von einem leeren Magen ausgegangen werden. Von der gleichen Arbeitsgruppe wurde wenige Jahre später das initial entwickelte mathematische Berechnungsmodell reevaluiert und optimiert. Dabei lag die Abweichung der errechneten von den gästroskopisch abgesaugten Volumina nur bei $\pm 6 \text{ ml}$ [5].

Da eine Umlagerung in RSL nicht bei jedem Patienten uneingeschränkt möglich ist, wurden auch andere Positionen bezüglich ihrer Aussagekraft untersucht. Als Grenzwert für die Risikoeinschätzung in halbsitzender Position konnte eine antrale CSA von $3,4 \text{ cm}^2$ identifiziert werden [7].

Weitere Studien nutzten die Methode zur präoperativen Evaluation des Mageninhalts bei Elektiv- und Notfalleingriffen im klinischen Setting [12–17]. Dabei weisen mehrere Arbeiten einen unmittelbaren Einfluss auf das Anästhesieverfahren nach [14,17,18]. Die Integration der Methode in einen notfallmedizinischen Behandlungsablauf wurde bisher nicht untersucht, ebensowenig ihr Einsatz unter erhöhtem Zeitdruck. Als diesbezüglich geeignetes Einsatzszenario erscheint die Versorgung eines nicht intubierten Traumapatienten, da in solchen Fällen ohnehin zur Suche nach Rückenverletzungen eine programmierte achsengerechte Drehung (Logroll-Manöver) auf eine Seite erfolgt [19,20]. Es ist denkbar, den Prozess der Logroll standardisiert als achsengerechte Drehung zur rechten

Patientenseite zu definieren, und praktikabel, die Sonographie des Magenantrums innerhalb dieser kurzen Phase der RSL durchzuführen, ohne bestehende leitliniengerechte Handlungsabläufe zu unterbrechen. Ob die relativ kurze Zeit ausreicht, in der sich der Patient in RSL befindet, um die Vorteile der Untersuchung in dieser Position auszunutzen, oder ob schwerkraftbedingt ein längerer Zeitraum abgewartet werden muss, war Gegenstand der vorliegenden Studie.

Hypothese

Zwischen den Messungen der CSA in RSL zu den definierten Zeitpunkten (10 Sekunden und 1 Minute) nach Drehung aus der RL besteht kein relevanter Unterschied. Die Untersuchung ist daher für die Notfalldiagnostik anwendbar.

Fragestellungen

Hauptfragestellung:

Gibt es einen statistisch signifikanten und klinisch relevanten Unterschied der CSA ($>1 \text{ cm}^2$) in RSL zu den Zeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute nach Drehung?

Sekundäre Fragestellungen:

(A) Kann die Nüchternheit zuverlässig ($>90 \text{ %}$) durch die Ultraschalluntersuchung bestätigt werden (CSA $<4 \text{ cm}^2$ bzw. flüssiger Mageninhalt $<1,5 \text{ ml/kgKG}$)?

(B) Gibt es Unterschiede in den verschiedenen Untersuchungspositionen und führen diese zu einer anderen Einschätzung der Magenfüllung?

Patienten und Methoden

Die multizentrische klinische Studie wurde im Zeitraum vom 04.11.2020 bis zum 30.05.2022 in den Studienzentren Diakonie Klinikum Jung-Stilling in Siegen/Deutschland und dem Landeskrankenhaus Feldkirch/Österreich durchgeführt. Die Berechnung des GV in RSL erfolgte analog der von Perlas et al. [5] evaluierten Berechnungsgrundlagen nach der Formel:

$$\text{GV [ml]} = 27,0 + 14,6 \times \text{CSA (in RSL [cm}^2\text{]} - 1,28 \times \text{Alter [Jahre].}$$

Ein positives Ethikvotum der Ärztekammer Westfalen-Lippe (Az. 2020-832-f-S) war am 30.09.2020 erteilt worden. Ein zusätzliches Ethikvotum für Feldkirch/Österreich wurde seitens der Ethikkommission des Landes Vorarlberg nicht für notwendig befunden.

Fallzahlplanung und statistische Auswertung

Ziel der Studie war eine Analyse des Unterschieds zwischen der CSA des Magenantrums 10 Sekunden und 1 Minute nach Drehung in Rechtsseitenlage. Ein Unterschied von $>1 \text{ cm}^2$ wurde empirisch als relevant definiert. Zur Prüfung wurde ein zweistufiges Testverfahren angewendet. Zunächst wurde mittels einseitigem, gepaartem t-Test die Signifikanz der Unterschiede geprüft. Erbrachte der t-Test kein statistisch signifikantes Ergebnis, wurde mittels Äquivalenztestung durch two one sided tests (TOST) geprüft, ob die beiden Gruppen innerhalb der oben genannten Grenzen als äquivalent zu betrachten waren. Als signifikant wurden Ergebnisse mit einem Alpha-Fehler $<0,05$ angenommen. Es wurde eine Power von 0,8 zugrunde gelegt. Mittels G-Power und TOST-Testung wurde eine benötigte Fallzahl von 55 Untersuchungen pro Anlotungsposition in RSL berechnet [21,22].

Für die sekundäre Fragestellung (A) wurde eine deskriptive Statistik erstellt, in der der Anteil der sonographisch „nüchternen“ und „nicht nüchternen“ Patienten ermittelt wurde. Die sekundäre Fragestellung (B) konnte mittels t-Testung, basierend auf den antralen CSA-Werten der einzelnen Untersuchungspositionen, beantwortet werden. Im Studienverlauf fiel auf, dass einige Studienpatienten gästrale Luftüberlagerungen aufwiesen, die eine CSA-Messung unmöglich machten. Hier zeigte sich ein geschlechtsabhängiger Unterschied, der durch Erstellung einer Kreuztabelle und anschließender χ^2 -Testung detektiert werden konnte. Weitere statistische Zusammenhänge in diesem Kontext bezüglich Körpergröße, Körpergewicht und Alter wurden mittels Pearson-Korrelationsanalyse auf Signifikanz untersucht.

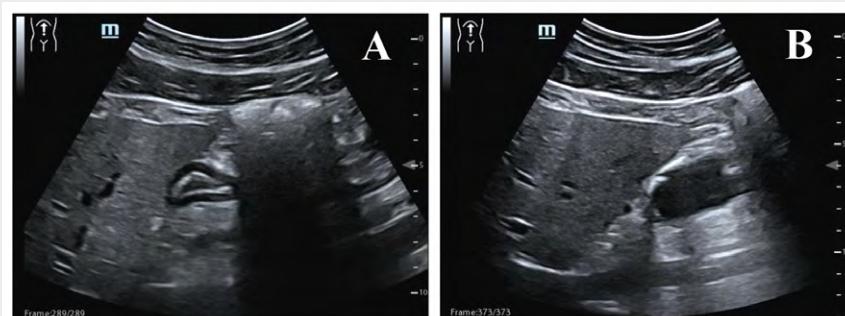
Die statistische Analyse wurde mittels Microsoft Excel 365 für Windows 10, R Version 4.3.0, RStudio Version 2023.03.1+446 der Firma Posit PBC (<https://posit.co>) sowie dem Paket TOSTER (<https://cran.r-project.org/web/packages/TOSTER>) in Version 0.7.1 durchgeführt [22,23].

Studienablauf

Nach erfolgter Aufklärung wurden nüchterne Patienten nach elektivem Eingriff in Regionalanästhesie eingeschlossen. Ausschlusskriterien waren BMI >40 kg/m², abdomineller Eingriff, Z. n. gastralem oder ösophagealem Eingriff, Alter <18 Jahre, fehlende Einwilligungsfähigkeit, Glasgow-Coma-Scale <15 Punkte oder bestehende Schwangerschaft.

Die sonographische Untersuchung erfolgte unmittelbar postoperativ mit einem Konvexschallkopf (1–8 MHz). Das Magenantrum wurde in einer parasagittalen Anlotung dargestellt. Der linke

Abbildung 2



Studienteilnehmer in Rechtsseitenlage nüchtern (Bild A) und nach Ingestion von 200 ml Flüssigkeit 10 Sekunden nach der Drehung in RSL (Bild B). Die Querschnittsfläche wurde in B mit 14,7 cm² berechnet. **RSL:** Rechtsseitenlagerung.

Leberlappen und die Aorta abdominalis dienten als sonographische Landmarken für die Standardanlotung (Abb. 1).

Die Untersuchung wurde zunächst in 45°-Oberkörperhochlage, dann in flacher Rückenlage dokumentiert. Danach wurden die Patienten in RSL gedreht und die Bilddokumentation unmittelbar nach Identifikation der o. g. Leitstruktu-

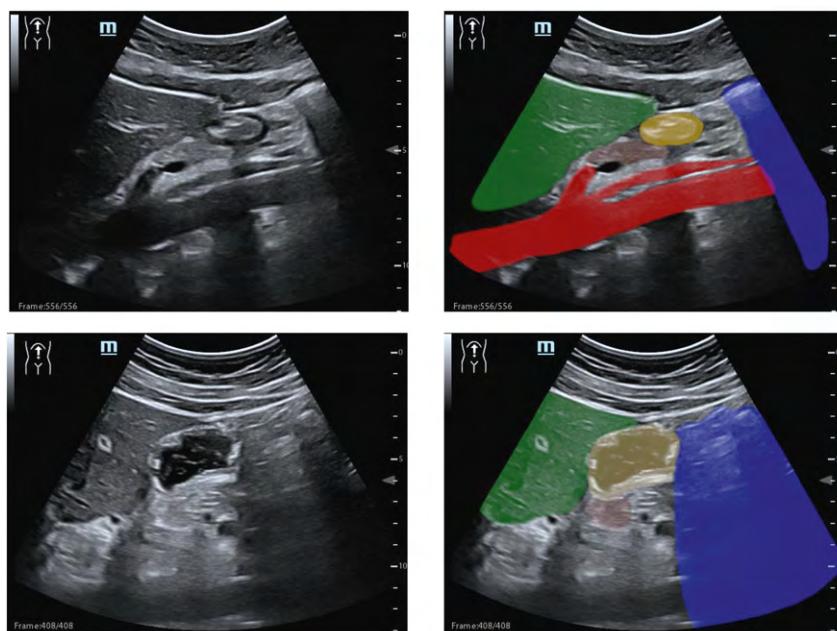
ren durchgeführt. Die RSL wurde nun für 1 Minute durch Pflegepersonal unterstützt gehalten und die Bildakquise nach Ablauf der Minute wiederholt. Für die zweite Studienphase wurden die Patienten wieder in die 45°-Ausgangslage verbracht und erhielten 200 ml Wasser zu trinken. Nach einer Wartezeit von 1 Minute wurden die Untersuchungen, wie oben beschrieben, erneut durchgeführt (Abb. 2). Anschließend wurden in den dokumentierten Sonogrammen die Außengrenze des Antrums markiert und die Querschnittsfläche des Magenantrums über die automatisierte Flächenberechnungsfunktion ermittelt. Patienten mit bereits zu Beginn der Untersuchung eindeutigen Zeichen eines nicht leeren Magens (feste Nahrung, große gastrale Flüssigkeitsmengen) wurden von der zweiten Studienphase ausgeschlossen.

Konnte das Antrum noch nicht einmal als sonoanatomische Struktur identifiziert werden, erfolgte ein vollständiger Studienausschluss. Die primäre Datenerfassung erfolgte mittels papierbasiertem, standardisiertem Erfassungsbogen.

Ergebnisse

Insgesamt wurden an beiden Studienzentren 70 Patienten eingeschlossen, von denen in RSL immer mindestens 55 Untersuchungen ausgewertet werden konnten. Tabelle 1 zeigt die Patientencharakteristika aller eingeschlossenen Patienten.

Abbildung 1



Sonoanatomie des Oberbauchlängsschnitts. Das in der oberen Reihe leere und in der unteren Reihe flüssigkeitsgefüllte Magenantrum (gelb) stellt sich gut erkennbar zwischen dem Unterrand des linken Leberlappens (grün) sowie dem Pankreas (braun) bzw. der Aorta mit den Abgängen Truncus coeliacus und A. mesenterica superior (rot) dar. Am kaudalen Bildrand wird das Bild durch Luft im colon transversum (blau) verschattet (Bilder: A. Seibel/T. Steitz).

Tabelle 1

Patientencharakteristika. Angabe von Alter, Körpergröße und -gewicht jeweils als Mittelwert \pm Standardabweichung (Median, Wertebereich).

	Diakonie Klinikum Jung-Stilling Siegen (n = 49)	Landeskrankenhaus Feldkirch (n = 21)	Gesamt (n = 70)
Geschlecht (m/w)	31/18	14/7	45/25
Alter (Jahre)	50 \pm 16 (54, 20–80)	49 \pm 19 (55, 18–73)	49 \pm 17 (54, 18–80)
Körpergröße (cm)	173 \pm 11 (173, 150–193)	174 \pm 8 (176, 154–190)	173 \pm 10 (175, 150–193)
Körpergewicht (kg)	82 \pm 14 (83, 50–115)	77 \pm 9 (78, 50–100)	80 \pm 15 (81, 50–115)

Primärer Endpunkt

Weder in der Gesamtheit aller Messungen noch in den nach Studienphase unterteilten Messungen war ein signifikanter Unterschied der CSA-Werte im Vergleich der beiden Untersuchungszeitpunkte festzustellen (Abb. 3). Die Arbeitshypothese konnte demnach bestätigt werden (Tab. 2). Mittels Pearson-Korrelationsanalyse konnten in diesem Stichprobenumfang keine signifikanten

Zusammenhänge zwischen der CSA und den Variablen Alter, Geschlecht, Körpergröße und -gewicht nachgewiesen werden.

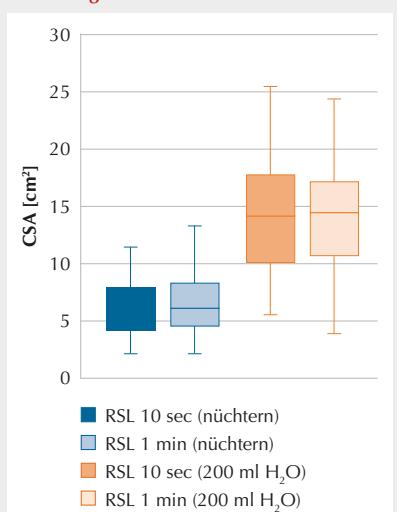
Sekundäre Endpunkte

Nach Erstellen einer deskriptiven Statistik zur Beantwortung der Fragestellung (B) zeigte sich, dass die initial zu erwartende Nüchternheit in RSL nach 10 Sekunden zu 72,8 % und nach 1 Minute zu 75,7 % nachweisbar war. Ein mit Nüchternheit nicht zu vereinbarendes Magenvolumen nach dem Trinken von 200 ml Wasser wurde nach 10

Sekunden zu 82,9 % und nach 1 Minute zu 80,0 % festgestellt. Neben den gemessenen antralen CSA-Werten und den berechneten GV wurden gemäß Studienprotokoll auch solche Patienten als nicht nüchtern gewertet, bei denen aufgrund von Luftüberlagerungen eine Messung der CSA nicht möglich war. Entsprechend differieren diese Werte von den in Abbildung 4 angegebenen Prozentwerten. Den Ergebnissen nach konnte das Ziel, über 90 % der Patienten initial als nüchtern zu verifizieren, wegen der Luftüberlagerungen und der unter hohem Zeitdruck durchgeführten Untersuchungen nicht erreicht werden.

Bei der sekundären Fragestellung (B) wurden Unterschiede in den verschiedenen Untersuchungspositionen überprüft. Die Ergebnisse sind graphisch in Abbildung 5 dargestellt. Es zeigten sich signifikant geringere CSA-Werte in den Rückenlagepositionen (RL) im Vergleich zur RSL zu beiden Zeitpunkten ($p < 0,0001$). Zwischen den beiden Rückenlagepositionen bestand kein signifikanter Unterschied.

Die unerwartet hohe Anzahl von Messausfällen durch Luftüberlagerungen (Abb. 6) wurde zum Anlass für eine Subgruppenanalyse genommen, bei der im Ergebnis eine signifikante Häufung nicht

Abbildung 3

Boxplot der CSA-Werte in RSL zu den Zeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute nüchtern und nach Trinken von 200 ml Wasser. Die Box zeigt den Bereich von der ersten bis zur dritten Quartile. Die Linie innerhalb der Box zeigt den Median und die Whisker zeigen den 1,5-fachen Quartilenabstand.

RSL: Rechtsseitenlagerung; **CSA:** cross-sectional area.

Tabelle 2(a)

Ergebnisse der einseitigen t-Testung der bestimmten CSA-Werte.

t-Test	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. alle	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. nüchtern	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. 200 ml
t-Wert	-0,34	-0,93	-0,11
p-Wert	0,37	0,18	0,46
Ergebnis	nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant

CSA: cross-sectional area.

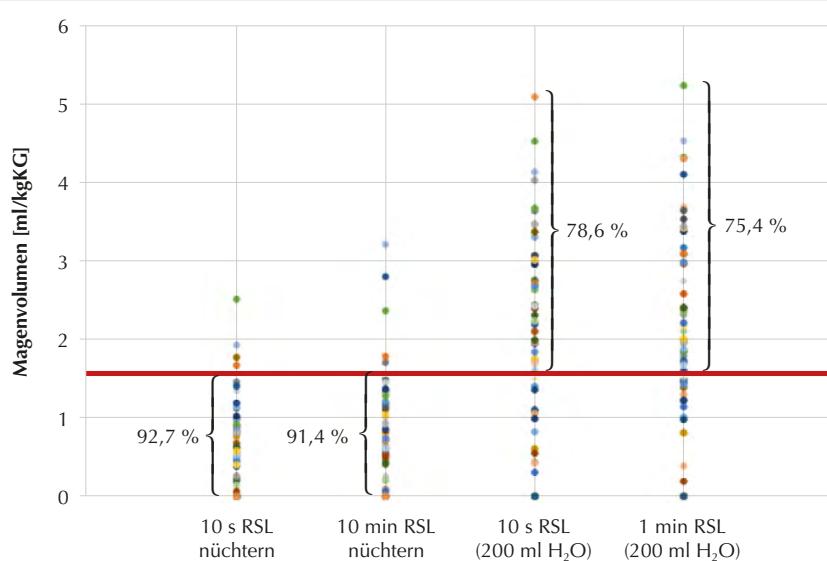
Tabelle 2(b)

Ergebnisse der TOST-Testung.

TOST	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. alle	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. nüchtern	CSA 10 sec. vs. CSA 1 min. 200 ml
t-Wert	-4,42	-4,44	-5,21
p-Wert	$1,47 \times 10^{-5}$	$1,05 \times 10^{-5}$	$4,45 \times 10^{-7}$
Ergebnis	signifikant	signifikant	signifikant

CSA: cross-sectional area; **TOST:** two one sided test.

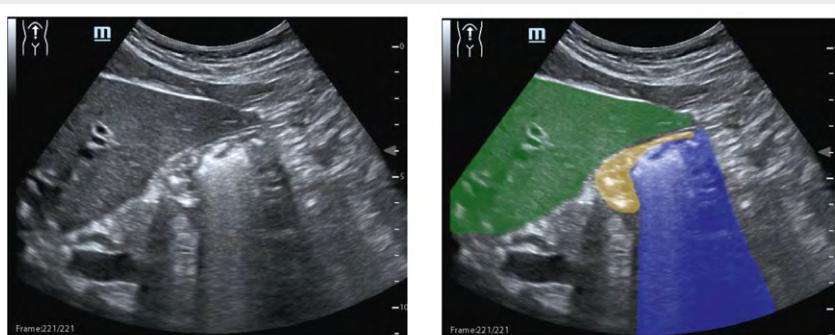
Abbildung 4



Punktwertverteilung der berechneten Magenvolumina in RSL zu den Zeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute jeweils nüchtern und nach Trinken von 200 ml Wasser. Die rote Linie zeigt den Grenzwert von 1,5 ml/kgKG zur Diskriminierung von Nüchternheit vs. Nichtnüchternheit.

RSL: Rechtsseitenlagerung.

Abbildung 6



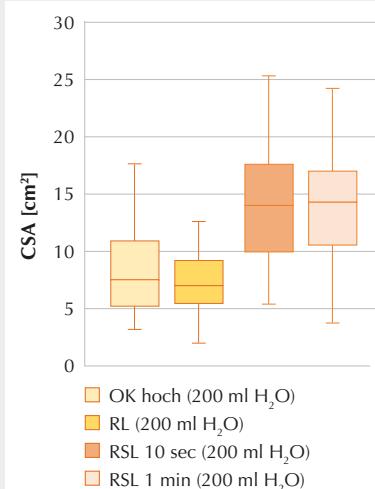
Bildbeispiel für Nichtbeurteilbarkeit des Antrums (gelb) durch gastrale Luft (blau). Die Organgrenzen des Antrums sind nur an der Grenzfläche zur Leber (grün) erkennbar, eine Berechnung der Querschnittsfläche nicht möglich. Der Patient müsste per definitionem daher als „nicht nüchtern“ eingestuft werden (Bilder: A. Seibel/T. Steitz).

messbarer Untersuchungen beim männlichen Geschlecht detektiert wurde. Andere Parameter wie Alter, Körpergröße und Körpergewicht wurden mittels Pearson-Korrelationsanalyse untersucht. Hier fand sich kein signifikanter Zusammenhang im Hinblick auf das Vorliegen von Luftüberlagerungen. Insgesamt waren Untersuchungen in RL statistisch signifikant häufiger nicht messbar als in RSL.

Diskussion

Wie im Ergebnisteil dargelegt, erbrachte die vergleichende Messung der CSA nach Drehung in RSL im Sinne der Hauptfragestellung keinen relevanten Unterschied zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute. Dabei repräsentierte der Zeitpunkt 10 Sekunden das zeitkritische

Abbildung 5



Boxplot-Darstellung der CSA-Werte in den unterschiedlichen Untersuchungspositionen (RSL zu den Zeitpunkten 10 Sekunden und 1 Minute) nach dem Trinken von 200 ml Wasser im Vergleich. Die Box zeigt den Bereich von der ersten bis zur dritten Quartile. Die Linie innerhalb der Box zeigt den Median und die Whisker zeigen den 1,5-fachen Quartilenabstand.

OK: Oberkörper erhöht; **RL:** Rückenlage; **RSL:** Rechtsseitenlagerung; **CSA:** cross-sectional area.

Szenario, da dieser Zeitraum näherungsweise sowohl der Zeit entspricht, die ein geübter Untersucher für ein beurteilbares Bild benötigt, wie auch dem Zeitumfang eines Logroll-Manövers. Der Messzeitpunkt 1 Minute diente zum Nachweis oder Ausschluss eines schwerkraftbedingten Befundprogresses über die Zeit. Das kontrollierte postoperative Setting wurde zur situativen Näherung an die weniger kontrollierbare Schockraumsituation von Traumapatienten gewählt, da das gesamte perioperative Umfeld geeignet schien, vergleichbare Stresslevel mit entsprechenden physiologischen Veränderungen der Magenentleerung zu generieren.

Die Ergebnisse der Studie zeigen somit, dass die Methode prinzipiell geeignet ist, bereits nach wenigen Sekunden eine zuverlässige Einschätzung über die Magenfüllung zu ermöglichen, wenn der Patient in RSL liegt. Diese Einschätzung ist insofern von großem Interesse, da

eine Blitzeinleitung (rapid sequence induction, RSI) per se ein relevantes Risiko für respiratorische und kardiovaskuläre Komplikationen darstellt [24,25]. Ein Abweichen vom klassischen RSI-Regime, beispielsweise im Sinne einer Delayed-Sequence Induction (DSI), kann für den Traumapatienten im Schockraum vorteilhaft sein [26]. Einen nüchternen Patienten trotz Notfallszenario korrekt als nüchtern identifizieren zu können, generiert die Möglichkeit einer risikoärmeren Narkoseeinleitung [17].

In der vorliegenden Studie konnte in der Patientengruppe ohne Luftüberlagerung nur bei 92,7 % der nach Leitlinie [27] als nüchtern erwarteten Patienten Nüchternheit bestätigt werden. Dies bedeutet, dass bei 7,3 % der Patienten zum Zeitpunkt der elektiven Operation sonographisch eine relevante Magenfüllung nachweisbar war. In einer Studie von Bouvet et al. lag der Anteil sonographisch nicht nüchternen Patienten im elektiven Setting bei 5 % [12].

Wurden nun auch die Untersuchungen berücksichtigt, bei denen aufgrund von Luftüberlagerungen das Antrum nicht sicher dargestellt werden konnte, wurden nur noch 72,8 % als nüchtern erkannt und die sekundäre Fragestellung A, ob mindestens 90,0 % sicher als nüchtern erkannt werden können, musste verneint werden. In der zweiten Studienmessphase wurden nach definitiver Aufhebung der Nüchternheit 78,6 % der Patienten ohne Luftüberlagerung nach Drehung in RSL als „korrekt nicht nüchtern“ detektiert (Abb. 4). Dies bedeutet, dass bei 21,4 % der Patienten zum Zeitpunkt der letzten Untersuchungsphase nur noch geringe Mengen gastral Testflüssigkeit dargestellt wurden und diese Patienten sonographisch als „nüchtern“ einzuordnen waren.

Ursache dafür ist vermutlich eine unterschätzte schnelle Magenpassage der nicht kalorischen Testflüssigkeit in Verbindung mit den physiologischen Veränderungen bei z. T. sehr langer präoperativer Nüchternheitsphase. Da die Magenpassagezeit abhängig vom Kaloriengehalt der Flüssigkeit ist, ist anzunehmen, dass mit einer höher kalorischen

Testflüssigkeit eine zuverlässigere sonographische Nachweisbarkeit derselben hätte erreicht werden können [28,29]. Für die Aussagekraft der Hauptfragestellung erwirkt dieser Aspekt jedoch nach Ansicht der Autoren keine Einschränkung.

Allgemeine Gründe, die zu geringfügig fehlerhaften Messergebnissen führen können, sind (zu) hoher Schallkopfdruck, tangentiale Anschnitte, Atemzyklusschwankungen und Peristaltik [4,6] – Aspekte, die bei der Umsetzung der Methode berücksichtigt werden sollten.

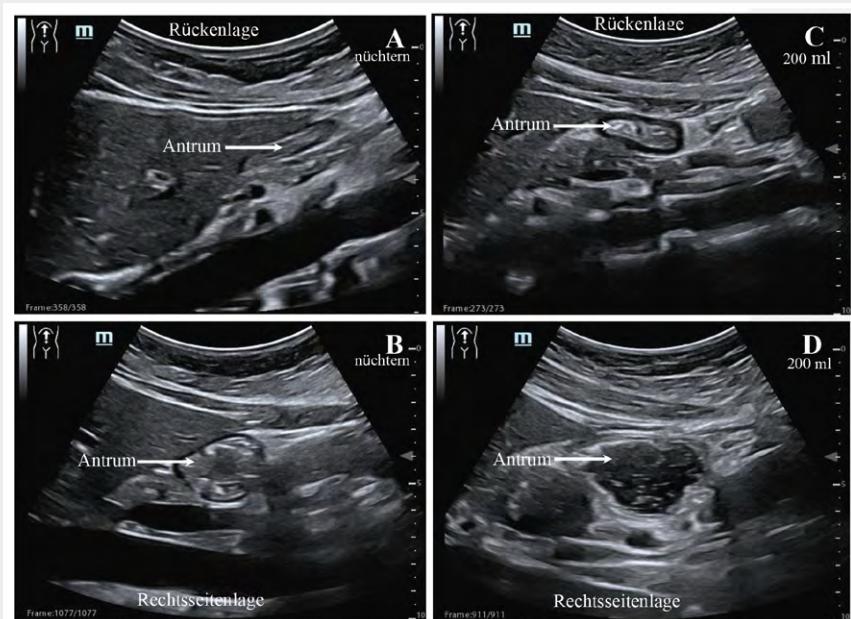
Wie erwartet wurde die Flüssigkeitsmenge am exaktesten in der RSL detektiert (Abb. 5). In den RL-Positionen kam es zu Unterschätzung des Magenvolumens (Abb. 7).

Ob das Problem der eingeschränkten diagnostischen Sicherheit durch Luftüberlagerungen bei realen Notfallpatienten ebenfalls existent ist, wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein

müssen. Diesbezüglich zeigen Studien zum einen, dass der Nachweis eines hohen Magenvolumens leichter und schneller gelingt als der Nachweis eines leeren Magens [30], und zum zweiten, dass bei Notfallpatienten nachvollziehbar mehr GV zu erwarten ist als bei elektiv geplanten Patienten [7]. Nach eigenen Erfahrungen fallen Luftüberlagerungen bei der Untersuchung von Notfallpatienten in RSL geringer aus, sodass vermutet werden kann, dass die schwerkraftbedingte antrale Verlagerung des GV bei Umlagerung in RSL zur Verdrängung der ingestierten Luft in Richtung des Magenfundus mit entsprechender Optimierung der Untersuchungsbedingungen führt.

Auch wenn die statistische Auswertung der Messdaten die Hauptfragestellung bestätigt, hat sich doch im Verlauf der Datenerhebung gezeigt, dass der als relevant empirisch festgelegte Grenzwert von 1 cm² im Unterschied zwischen der 10-Sekunden- und der 1-Minuten-Messung zu ambitioniert gewählt wur-

Abbildung 7



Bildmorphologischer Nachweis der Diagnoseunsicherheit durch Rückenlage: Bild A und B wurden bei einem als „nüchtern“ eingestuften Studienteilnehmer erstellt. Nach Drehen in RSL steigt die Querschnittsfläche des Antrum auf 6,9 cm² an. Die Bilder C und D stammen von einem anderen Studienteilnehmer nach Flüssigkeitsingestion, was die Untersuchung in RSL mit einer CSA von 13,2 cm² auch korrekt anzeigt, während die Untersuchung in RL einen falsch nüchternen Patienten dokumentiert hätte (Bilder A, Seibel/T. Steitz).

RSL: Rechtsseitenlagerung; **CSA:** cross-sectional area; **RL:** Rückenlagerung.

de. Denn beim händisch durchzuführenden Markieren der sonoanatomischen Antrumgrenzen können bereits geringe untersucherabhängige Abweichungen zu Veränderungen der CSA-Werte von ca. 1 cm² führen. Nach Ansicht der Autoren stellen Messvarianzen in diesem Wertebereich keine klinische Relevanz dar.

Um die Methode flächendeckend für die Versorgung von Notfallpatienten einzusetzen zu können, sind vor allem strukturierte Schulungen und Ausbildungskonzepte der entsprechenden Fachgesellschaften notwendig.

Der relevante Anteil von Patienten mit nachweisbarem Mageninhalt trotz Nüchternheitsannahme unterstützt die Aussage anderer Arbeitsgruppen, die der fokussierten Antrumsonographie das Potenzial zuschreiben, die Patientensicherheit auch im elektiven Operations-Setting zu erhöhen. Dieser Aspekt bekommt durch die eingangs erwähnte und in aktuellen Empfehlungen bereits berücksichtigte Erhöhung des Aspirationsrisikos durch den steigenden Gebrauch von Inkretinimetika bei der Volkskrankheit Diabetes mellitus Typ 2 eine zusätzliche Bedeutung [3,31,32].

Schlussfolgerungen

Die fokussierte Sonographie des Magens erlaubt bei konsequenter Untersuchung in RSL und Verwendung von definierten Standardanlotungen bereits wenige Sekunden nach Drehung des Patienten eine zuverlässige Aussage zum Füllungszustand des Magens. Die Zuverlässigkeit der Methode ist zwischen zeitkritischen und zeitunkritischen Situationen vergleichbar. Sie erlaubt damit auch im Notfall eine genaue Einschätzung des Magenvolumens und damit Rückschlüsse auf das vorhandene Aspirationsrisiko. Eine Integration in die Notfallbehandlung ist realisierbar, ohne etablierte Behandlungsalgorithmen zu behindern. Gastrale und enterale Luftüberlagerungen können jedoch die Messungen behindern und triggern daher die Sicherheitsannahme eines erhöhten Aspirationsrisikos beim Notfallpatienten.

Im Gesamtkontext der Einschätzung des Aspirationsrisikos beim Schockraumpatienten kann die Sonographie des Magenantrums somit zusätzlich zu den etablierten Bewertungsfaktoren Anamnese und Klinik einen weiteren Baustein zur Optimierung der Patientenversorgung darstellen.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Priv.-Doz. Dr. R. Giebler und Univ.-Doz. Dr. R. Germann für ihre Unterstützung der Studie.

Literatur

1. Warner MA, Warner ME, Weber JG: Clinical significance of pulmonary aspiration during the perioperative period. *Anesthesiology* 1993;78:56–62
2. Lienhart A, Auroy Y, Péquignot F, Benhamou D, Warszawski J, Bovet M, et al: Survey of anesthesia-related mortality in France. *Anesthesiology* 2006;105:1087–1097
3. Sen S, Potnuru PP, Hernandez N, Goehl C, Praestholm C, Sridhar S, et al: Glucagon-like peptide-1 receptor agonist use and residual gastric content before anesthesia. *JAMA Surg* 2024;159:660–667
4. Perlas A, Chan VW, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbridge A: Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 2009;111:82–89
5. Perlas A, Mitsakakis N, Liu L, Cino M, Haldipur N, Davis L, et al: Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gaseous examination. *Anesth Analg* 2013;116:357–363
6. Bouvet L, Miquel A, Chassard D, Boselli E, Allaouchiche B, Benhamou D: Could a single standardized ultrasonographic measurement of antral area be of interest for assessing gastric contents? A preliminary report. *Eur J Anaesthesiol* 2009;26:1015–1019
7. Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, Allaouchiche B, Boselli E, Benhamou D: Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. *Anesthesiology* 2011;114:1086–1092
8. Cubillos J, Tse C, Chan VW, Perlas A: Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study. *Can J Anesth* 2012;59:416–423
9. Van de Putte P, Perlas A: The link between gastric volume and aspiration risk. In search of the holy grail? *Anaesthesia* 2018;73:274–279
10. Van De Putte P, Perlas A: Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Br J Anaesth* 2014;113:12–22
11. Perlas A, Arzola C, Van De Putte P: Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: a narrative review. *Can J Anesth* 2018;65:437–448
12. Bouvet L, Desgranges FP, Aubergy C, Boselli E, Dupont G, Allaouchiche B, et al: Prevalence and factors predictive of full stomach in elective and emergency surgical patients: a prospective cohort study. *Br J Anaesth* 2017;118:372–379
13. Zhou L, Yang Y, Yang L, Cao W, Jing H, Xu Y, et al: Point-of-care ultrasound defines gastric content in elective surgical patients with type 2 diabetes mellitus: a prospective cohort study. *BMC Anesthesiol* 2019;19:179
14. Alakkad H, Kruisselbrink R, Chin KJ, Niazi AU, Abbas S, Chan VW, et al: Point-of-care ultrasound defines gastric content and changes the anesthetic management of elective surgical patients who have not followed fasting instructions: a prospective case series. *Can J Anesth* 2015;62:1188–1195
15. Delamarre L, Srirai M, Bouvet L, Conil JM, Fourcade O, Minville V: Anaesthesiologists' clinical judgment accuracy regarding preoperative full stomach: Diagnostic study in urgent surgical adult patients. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2021;40:100836
16. Arzola C, Perlas A, Siddiqui NT, Downey K, Ye XY, Carvalho JCA: Gastric ultrasound in the third trimester of pregnancy: a randomised controlled trial to develop a predictive model of volume assessment. *Anaesthesia* 2018;73:295–303
17. Baettig SJ, Filipovic MG, Hebeisen M, Meierhans R, Ganter MT: Pre-operative gastric ultrasound in patients at risk of pulmonary aspiration: a prospective observational cohort study. *Anaesthesia* 2023;78:1327–1337
18. Gagey AC, de Queiroz Siqueira M, Monard C, Combet S, Cogniat B, Desgranges FP, et al: The effect of pre-operative gastric ultrasound examination on the choice of general anaesthetic induction technique for non-elective paediatric surgery. A prospective cohort study. *Anaesthesia* 2018;73:304–312
19. Kortbeek JB, Al Turki SA, Ali J, Antoine JA, Bouillon B, Brasel K, et al: Advanced trauma life support, 8th edition, the

- evidence for change. *J Trauma* 2008;64: 1638–1650
20. Horodyski M, Conrad BP, Del Rossi G, DiPaola CP, Rechtine GR 2nd: Removing a patient from the spine board: is the lift and slide safer than the log roll? *J Trauma* 2011;70:1282–1285
21. Cohen J: Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum 1988
22. Lakens D, Scheel AM, Isager PM: Equivalence testing for psychological research: a tutorial. *Adv Methods Pract Psychol Sci* 2018;1:259–269
23. Lakens D: Equivalence tests: A practical primer for t tests, correlations, and meta-analyses. *Soc Psychol Personal Sci* 2017;8:355–362
24. Tessarolo E, Alkhouri H, Lelos N, Sarrami P, McCarthy S: Review article: Effectiveness and risks of cricoid pressure during rapid sequence induction for endotracheal intubation in the emergency department: a systematic review. *Emerg Med Australas* 2022;34:484–491
25. Klucka J, Kosinova M, Zacharowski K, De Hert S, Kratochvil M, Toukalkova M, et al: Rapid sequence induction: an international survey. *Eur J Anaesthesiol* 2020;37:435–442
26. Bandyopadhyay A, Kumar P, Jafra A, Thakur H, Yaddanapudi LN, Jain K: Peri-intubation hypoxia after delayed versus rapid sequence intubation in critically injured patients on arrival to trauma triage: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2023;136:913–919
27. Smith I, Kranke P, Murat I, Smith A, O'Sullivan G, Søreide E, et al: Perioperative fasting in adults and children: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol* 2011;28:556–569
28. Okabe T, Terashima H, Sakamoto A: Determinants of liquid gastric emptying: comparisons between milk and isocalorically adjusted clear fluids. *Br J Anaesth* 2015;114:77–82
29. Kruisselbrink R, Gharapetian A, Chaparro LE, Ami N, Richler D, Chan VWS, et al: Diagnostic accuracy of point-of-care gastric ultrasound. *Anesth Analg* 2019;128:89–95
30. Arzola C, Carvalho JCA, Cubillos J, Ye XY, Perlas A: Anesthesiologists' learning curves for bedside qualitative ultrasound assessment of gastric content: a cohort study. *Can J Anaesth* 2013;60:771–779
31. Zöllner C, Böhmer A, Geldner G, Karst J, Obertacke U, Pauschinger M, et al: Präoperative Evaluation erwachsener Patientinnen und Patienten vor elektiven, nicht herz-thorax-chirurgischen Eingriffen. Eine gemeinsame Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin. *Anästh Intensivmed* 2024;65:240–270
32. Kindel TL, Wang AY, Wadhwa A, Schulman AR, Sharaiha RZ, Kroh M, et al: Multi-society clinical practice guidance for the safe use of glucagon-like peptide-1 receptor agonists in the perioperative period. *Surg Endosc* 2025;39:180–183.

Korrespondenzadresse

**Dr. med.
Armin Seibel**



Interdisziplinäre Intensivmedizin
DRK Krankenhaus Kirchen
Bahnhofstraße 24
57548 Kirchen, Deutschland
Tel.: 02741 682-3132
E-Mail: arminseibel1@me.com
ORCID-ID: 0000-0003-1617-7225