

## Anästhesiologisches perioperatives Management bei Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen – aktueller Wissensstand

### Zusammenfassung

Heutzutage werden viele Patienten mit relevanten Schilddrüsenfunktionsstörungen operiert. Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) haben etwa 4 % der Weltbevölkerung eine Hypothyreose. Dies erfordert eine ganz besondere Behandlungssorgfalt, um das perioperative Risiko zu reduzieren. Bisher fehlen in der deutschen Fachliteratur konkrete Richtlinien zur perioperativen Behandlung von Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen. Idealerweise sollen chirurgische Eingriffe erst bei normaler Schilddrüsenfunktion durchgeführt werden, da eine Schilddrüsendysfunktion das Risiko intra- und postoperativer Komplikationen erheblich erhöhen kann. Insbesondere das Vorliegen einer Hyperthyreose mit der perioperativen Gefahr einer lebensbedrohlichen thyreotoxischen Krise erhöht das Komplikationsrisiko signifikant. In dringenden Fällen und nach entsprechender Vorbereitung ist es dennoch möglich, chirurgische Eingriffe durchzuführen.

Das Ziel dieses Artikels ist es, das aktuelle Wissen über die Durchführung einer Anästhesie bei Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen zusammenzufassen und die Relevanz für die Sicherheit der Patienten im Rahmen eines operativen Eingriffs herauszuarbeiten. Die im Artikel behandelten Anästhesieverfahren wurden entsprechend der Dringlichkeit des Eingriffs sowie der vorliegenden präoperativen Schilddrüsenfunktionsstörung kategorisiert.

### Klinische Anästhesie

#### Clinical Anaesthesia

## Anesthesiological perioperative management of patients with thyroid diseases – current state of knowledge

P. Radkowski<sup>1,2,3</sup> · F. Trachte<sup>4</sup> · S. Brejtfus<sup>5</sup> · S. Waas<sup>1</sup> · T. Jędrzejak<sup>6</sup> · S. Wolfermann<sup>3</sup>

► **Zitierweise:** Radkowski P, Trachte F, Brejtfus S, Waas S, Jędrzejak T, Wolfermann S: Anästhesiologisches perioperatives Management bei Patienten mit Schilddrüsenerkrankungen – aktueller Wissensstand. Anästh Intensivmed 2025;66:218–226. DOI: 10.19224/ai2025.218

### Summary

Nowadays many patients with thyroid dysfunction undergo anesthesia, requiring unique consideration to optimize perioperative risk. According to the WHO, statistically 4 % of the world's population could have hypothyroidism. There are no clear guidelines in the German literature on the subject of perioperative treatment of patients with thyroid diseases. Surgical intervention should ideally commence with euthyroidism, as the absence of such optimal thyroid function significantly increases the risk of postoperative complications. This particularly applies in cases of hyperthyroidism. During the perioperative phase, there is a risk of developing a life-threatening thyrotoxic crisis. Nevertheless, in urgent cases and with appropriate treatment, surgical procedures are still feasible.

The aim of this article is to systematize current knowledge on anesthesia in patients with thyroid diseases and to point out the relevance of this topic for our patients' safety. The procedure has been structured according to the urgency of the intervention and the transparency of the disease.

### Einleitung

Sowohl die Hypothyreose als auch die Hyperthyreose gehören in der Bevölkerung zu den häufigen endokrinologischen Erkrankungen. Dennoch existieren in der deutschen medizinischen

- 1 Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Hospital zum Heiligen Geist gemeinnützige GmbH, Fritzlar (Chefarzt: Dr. H. Brünner)
- 2 Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Regional Hospital Olsztyn, Polen (Chefarzt: Prof. Dr. D. Onichimowski)
- 3 Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Medizinische Fakultät, Collegium Medicum der Universität Warmia und Masuren in Olsztyn, Polen (Chefarzt: Prof. Dr. D. Onichimowski)
- 4 Innere Medizin/Allgemeinmedizin, Praxis Zuleger, Extortal
- 5 Klinik für Anästhesiologie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Magdeburg A. ö. R./Medizinische Fakultät der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg (Chefarzt: Prof. Dr. R. Werdehausen)
- 6 Abteilung für Chirurgie, Unabhängiges öffentliches Gesundheitszentrum (Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej) in Działdowo, Polen (Chefarzt: T. Kryszkiewicz)

### Interessenkonflikt

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

### Schlüsselwörter

Anästhesie – Schilddrüsenerkrankungen – Perioperatives Management – Schnelle postoperative Genesung – Schilddrüsenchirurgie – Schilddrüsenfunktionsstests

### Keywords

Anesthesia – Thyroid diseases – Perioperative Management – Enhanced Recovery after Surgery – Thyroid Surgery – Thyroid Function Tests

# Maßgeschneidert passt einfach besser!

**Erleben Sie den Unterschied  
unter  
[www.rescuepro.de](http://www.rescuepro.de)**

Die einzigartige Abrechnungssoftware - maßgeschneidert  
für Anästhesist/Innen von Anästhesist/Innen.

Wir freuen uns auf Ihren Anruf: 089-53 84 98 31.

Jetzt wechseln!

Anzeige

Literatur keine konkreten Richtlinien für den optimalen Umgang mit an Schilddrüsenfunktionsstörungen erkrankten Patienten vor geplanten oder dringend notwendigen operativen Interventionen. Die Diagnostik und Behandlung von Schilddrüsenerkrankungen erfolgen in der Regel ambulant, unter anderem beim Hausarzt. Grundsätzlich werden Patienten auch von Fachärzten mit endokrinologischem Schwerpunkt behandelt, welche weiterführende Untersuchungen durchführen. In den meisten Fällen gelingt die Einstellung einer Schilddrüsenfunktionsstörung problemlos und erfordert keinen Aufenthalt in einer spezialisierten Fachklinik. Durch die adäquate Behandlung dieser hormonellen Störungen wird es den Patienten ermöglicht, ein normales Leben zu führen [1,2]. Die Behandlung von Schilddrüsenfunktionsstörungen erfordert einen multidisziplinären Ansatz und neben der fachübergreifenden Zusammenarbeit von Ärzten ist auch die Bereitschaft des Patienten zur Behandlung essentiell.

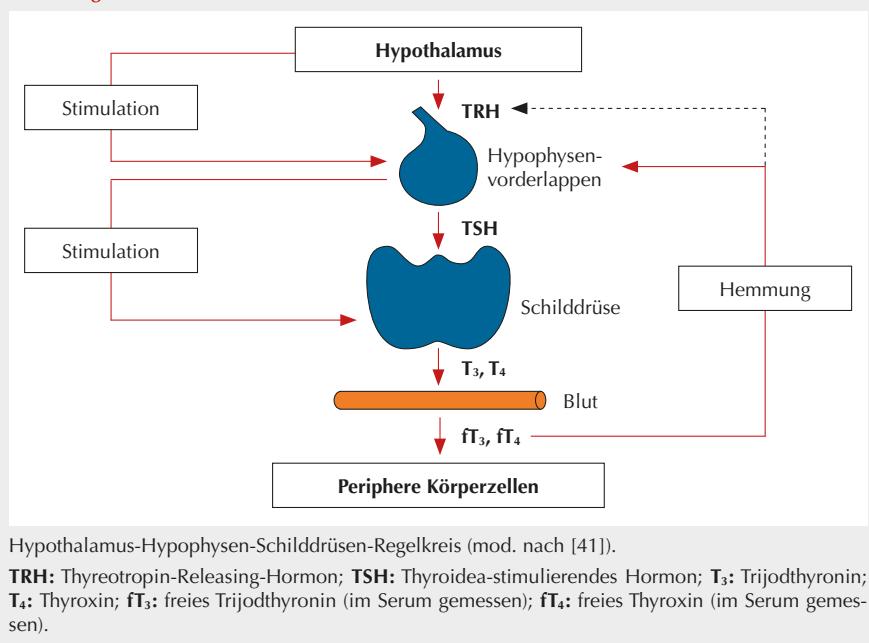
Im Fall von elektiven Eingriffen sollte präoperativ möglichst eine Euthyreose angestrebt werden, da ansonsten schilddrüsenassoziierte Stoffwechselentgleisungen zu potenziell schwerwiegenden Komplikationen des Herz-Kreislauf-, Atem- und Nervensystems führen können, sowohl intra- als auch postoperativ [2]. Dies gilt vor dem Hintergrund OP-assozierter Komplikationen insbesondere für große chirurgische Eingriffe wie Thyreoidektomien. Bei dringlichen, nicht aufschiebbaren Operationen ist die Herstellung einer Euthyreose allerdings nicht immer möglich. Bevor die aus anästhesiologischer Sicht relevanten Besonderheiten von Schilddrüsenerkrankungen dargestellt werden, erfolgt zunächst ein kurzer Überblick über die Grundlagen der Schilddrüsenphysiologie.

## Schilddrüsenphysiologie

Die Schilddrüse ist für die Produktion und Freisetzung der Hormone Thyroxin

(T<sub>4</sub>) und Trijodthyronin (T<sub>3</sub>) verantwortlich, die im Verhältnis von 4:1 gebildet und in den Blutkreislauf abgegeben werden. Die Sekretion dieser Hormone wird primär durch die Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse reguliert (Abb. 1). Thyreotropin (TSH, thyreotropes Hormon) aus der Hypophyse stimuliert die Produktion und Freisetzung von T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> aus den Schilddrüsenzellen [1]. Die Synthese von TSH wird durch das Thyreotropin-Releasing-Hormon (TRH) aus dem Hypothalamus sowie durch Östrogen stimuliert (Abb. 1). Die Hemmung der TSH-Synthese erfolgt durch einen negativen Rückkopplungsmechanismus der Schilddrüsenhormone ebenso wie durch Somatostatin, Cortisol und Dopamin. Ferner wird die Sekretion von Schilddrüsenhormonen auch durch die Aktivität der an ihrer Synthese beteiligten Enzyme und die Konzentration an anorganischem Iodid im Serum beeinflusst [1].

Schilddrüsenhormonrezeptoren (TRs) sind in den meisten Zellen des Körpers

**Abbildung 1**

zu finden und fungieren als Regulatoren der Gentranskription im Zellkern. Dadurch können Schilddrüsenhormone die Differenzierung und Entwicklung vieler Gewebe, einschließlich des Zentralnervensystems, steuern. Sie beeinflussen das Wachstum in der Pubertät und aktivieren biochemische Prozesse wie die Proteinsynthese oder den Lipid- und Kohlenhydratstoffwechsel. Über die Umwandlung von Cholesterin zu Gallensäuren nehmen sie zudem Einfluss auf den Cholesterinspiegel, insbesondere auf das Low Density Lipoprotein (LDL). Das Hormon T<sub>3</sub>, das eine wesentlich höhere Aktivität als das Hormon T<sub>4</sub> besitzt, trägt zur Thermogenese bei, indem es den Stoffwechsel in den Mitochondrien beschleunigt [4].

### Perioperative Stressantwort der Schilddrüse

Jeder chirurgische Eingriff löst verschiedene hormonelle und metabolische Veränderungen aus [5]. Vorbestehende Schilddrüsenerkrankungen können im Rahmen dieser perioperativen Stressreaktion Komplikationen verursachen, die lebensbedrohlich sein können [6]. Direkte Auswirkungen dieser Stressre-

aktion auf die Schilddrüsenachse können sich in einer Veränderung der Konzentrationen von TSH und T<sub>3</sub> äußern [7]. Darüber hinaus kommt es zu einer Aktivierung des sympathischen Nervensystems sowie zu immunologischen und hämatologischen Reaktionen [5]. Messungen der Gesamt-T<sub>3</sub>-Konzentration bei Patienten, die operiert wurden, haben gezeigt, dass 30 Minuten nach Induktion der Anästhesie diese Konzentration verringert ist und für mindestens 24 Stunden postoperativ erniedrigt bleibt [5]. Das freie T<sub>3</sub> (fT<sub>3</sub>) hingegen zeigt am Operationstag nach einem anfänglichen Anstieg nur eine leichte Verringerung. Ähnlich scheint das freie T<sub>4</sub> (fT<sub>4</sub>) zu reagieren. Die peripheren Schilddrüsenhormone fT<sub>3</sub> und fT<sub>4</sub> steigern den Energieumsatz des Organismus und erhöhen die myokardiale Katecholamin-Sensitivität, es besteht eine inverse Korrelation zwischen der zirkulierenden Schilddrüsenhormon-Konzentration und der Sympathikusaktivität [5,7]. Der zugrunde liegende Pathomechanismus konnte noch nicht vollständig geklärt werden. Eine Hypothese besagt, dass endogene Steroide eine hemmende Wirkung auf das Hormon T<sub>3</sub> haben, sodass möglicherweise ein postoperativ erhöhte

Cortisolspiegel im Blut zu einer Erniedrigung der T<sub>3</sub>-Konzentration beiträgt [5,7].

### Prämedikation

Um dem Patienten genügend Bedenkzeit einzuräumen, sollten das Aufklärungsgespräch und das Prämedikationsgespräch vor einem operativen Eingriff möglichst frühzeitig stattfinden. Bei großen elektiven operativen Eingriffen sollte unter Berücksichtigung etwaiger Risiken, beispielsweise durch Komorbiditäten des Patienten oder OP-Besonderheiten, zwischen dem Aufklärungsgespräch und der Operation ein Zeitraum von etwa 24 Stunden eingehalten werden [6]. Dabei erfolgen eine ausführliche Anamneseerhebung sowie eine Aufklärung über den geplanten Eingriff und über das Anästhesieverfahren, um das perioperative Risiko auf der Basis vorliegender medizinisch relevanter Befunde zu minimieren. Im Rahmen des Prämedikationsgesprächs sind mit Fokus auf Schilddrüsenfunktionsstörungen die klinische Untersuchung mit Auskultation von Herz und Lunge, die Palpation der Schilddrüse zur Erkennung einer höhergradigen Struma nodosa und das Elektrokardiogramm zur Detektion etwaiger Herzrhythmusstörungen von Bedeutung. Ferner sollten die aktuelle und eine frühere Schilddrüsenmedikation, bisherige Therapieverfahren wie einer Radiojodtherapie oder operative Eingriffe und klinische Symptome erfragt werden. Letztere sind beispielsweise bei der Hyperthyreose eine ausgeprägte Müdigkeit und Antriebsarmut oder eine ungewollte Gewichtszunahme bei unveränderter Ernährung und Aktivität (Tab. 1). Im Fall einer Hyperthyreose berichten Patienten eher über Unruhezustände und Reizbarkeit bei gleichzeitiger Gewichtsabnahme (Tab. 1). Einige Patienten leiden zudem unter dem eher unspezifischen Symptom eines vermehrten Haarausfalls.

Bei asymptomatischen Patienten ohne Schilddrüsenerkrankungen in der Vorgeschichte wird die Bestimmung von TSH vor einer Operation nicht routinemäßig empfohlen [2,9,11]. Jedoch sollte bei positiver Anamnese und bei Verdacht auf eine Schilddrüsenerkrankung eine

weiterführende Labordiagnostik erfolgen, die bei abnormen TSH-Werten die freien peripheren Hormone  $fT_3$  und  $fT_4$  umfassen sollte [2,3]. Auch vor der Verwendung jodhaltiger Kontrastmittel oder des Antiarrhythmikums Amiodaron sollte die Schilddrüsenfunktion überprüft werden, da durch die exogene Jodzufuhr eine klinisch relevante Hyperthyreose ausgelöst werden kann [1]. Dieses gilt insbesondere für Patienten mit bereits bestehender subklinischer Hyperthyreose und für Patienten mit autonomen Schilddrüsenanteilen, wobei letztere auch euthyreot sein können [1]. Bei laborchemischen Auffälligkeiten in der Diagnostik sollte eine fachärztliche Vorstellung des Patienten beim Endokrinologen und ggf. Nuklearmediziner erfolgen, wo die Basisdiagnostik um eine Sonographie und eine weiterführende Antikörperdiagnostik ergänzt wird. Dazu gehören im Falle eines vermuteten Morbus Basedow die TSH-Rezeptor-Antikörper (TRAK) und die Thyreoperoxidase-Antikörper (TPO-AK). Bei einer Hypothyreose wie der Hashimoto-Thyroiditis sind am ehesten Thyreoglobulin-Antikörper (TG-AK) nachweisbar, aber auch TRAK oder TPO-AK können positiv sein [37].

Sofern ein Patient mit einer bekannten Schilddrüsenerkrankung medikamentös behandelt werden muss, sollte auf eine optimale hormonelle Einstellung geachtet werden [2]. Gegebenenfalls kann insbesondere bei elektiven Eingriffen auch eine Verschiebung des Operationstermins in Betracht gezogen werden, bis die Schilddrüsenfunktionsstörung reguliert ist. Wenn normale Serum-TSH-Spiegel mit nur leicht veränderten Konzentrationen der freien peripheren Hormone ( $fT_3$ ,  $fT_4$ ) einhergehen, liegt aus anästhesiologischer Sicht keine relevante Schilddrüsenfunktionsstörung vor. In diesen Fällen ist folglich auch keine weiterführende Diagnostik unmittelbar erforderlich und die Operation kann zum geplanten Zeitpunkt durchgeführt werden [3]. Insbesondere bei Patienten mit einer großen Struma nodosa ist vor geplanten Operationen eine genaue Kenntnis des Atemwegs von entscheidender Bedeutung, um das Risiko einer etwaigen Atemwegsproblematik bereits präoperativ abschätzen zu können [3]. Hierzu werden häufig bildgebende Verfahren wie die Sonographie und für eine detailliertere Diagnostik auch die Magnetresonanztomographie oder die Computertomographie einge-

setzt [1,2,6]. Bei einer symptomatischen Schilddrüsenfunktionsstörung werden zusätzlich ein Elektrokardiogramm und bei entsprechender kardialer Symptomatik auch eine weiterführende fachärztliche Diagnostik empfohlen [8].

## Hypothyreose

Die Symptome einer Hypothyreose und die einer Hyperthyreose sind in Tabelle 1 dargestellt.

Das perioperative Risiko bei Patienten mit unbehandelter Hypothyreose variiert je nach Schweregrad der Schilddrüsenfunktionsstörung [3]. Patienten mit einer Hypothyreose haben ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse wie Ischämien während der Operation, möglicherweise aufgrund eines erhöhten Cholesterinspiegels, einer verlängerter Halbwertszeit einzelner Gerinnungsfaktoren oder einer koexistenten Anämie [3]. In elektrokardiographischen Untersuchungen wurden unspezifische Veränderungen zwischen dem QRS-Komplex und dem Beginn der T-Welle (ST-Streckenveränderung) sowie eine Niedervoltage festgestellt. In Einzelfällen wurde eine polymorphe ventrikuläre Tachykardie („Torsade de pointes“) beschrieben [9,10]. Zudem wurde bei Patienten mit einer Hypothyreose eine erhöhte Inzidenz intraoperativer Hypotonien während nicht-kardiochirurgischer Operationen beobachtet [11].

Eine latente Hypothyreose (TSH erhöht,  $fT_3/fT_4$  im Normbereich) erhöht das Risiko für perioperative Komplikationen nicht wesentlich, eine Operation kann somit wie geplant durchgeführt werden (Tab. 2). Bei einer manifesten Hypothyreose (TSH erhöht,  $fT_3/fT_4$  erniedrigt) hingegen ist das Risiko von Komplikationen in der perioperativen Phase signifikant erhöht, sodass eine geplante Operation so lange verschoben werden sollte, bis ein euthyreoter Zustand erreicht ist (Tab. 2). In der Regel dauert dies ein bis drei Monate.

Ein weiteres entscheidendes Therapieziel besteht darin, das Risiko für das Auftreten eines lebensbedrohlichen Myxödemkomas zu minimieren. Dieses

**Tabelle 1**

Symptome der Schilddrüsenfunktionsstörungen.

Hyperthyreose	Hypothyreose
<b>Hypermetabolismus</b>	<b>Hypometabolismus</b>
Unruhe, Reizbarkeit, Angstgefühle	Ermüdbarkeit, Apathie, Schläfrigkeit
Warme, feuchte Haut	Kalte, trockene, blasse Haut
Hyperhidrose	Hypohidrose
Gesichtsrötung (Flush)	Makroglossie, Heiserkeit
Haarausfall, spröde Nägel	Struppiges Haar
Exophthalmus	Periorbitales Ödem
Wärmeintoleranz	Kälteintoleranz
Proximale Muskelschwäche, Tremor	Hyporeflexie und verlangsame Erholung der Reflexe
Schlafstörungen	Unregelmäßige Menstruationsblutungen
Abnahme des Cholesterins	Hypercholesterinämie, Hypertriglyceridämie
Gewichtsabnahme, Diarröe	Gewichtszunahme, Obstipation
Tachykardie supraventrikuläre Herzrhythmusstörungen (z. B. Vorhofflimmern), Palpitationen	Ventrikuläre Herzrhythmusstörungen (z. B. Torsade de pointes)
Erhöhtes Herzminutenvolumen, Kardiomegalie	Verminderte Herzkontraktilität

**Tabelle 2**

Vereinfachtes Behandlungsschema eines Patienten mit Hypothyreose vor einer Operation.

Hypothyreose		
Subklinische	Manifeste	
Alle chirurgische Eingriffe	Geplante chirurgische Eingriffe	Dringende chirurgische Eingriffe
• Es wird nicht empfohlen, die Operation zu verschieben	• Zeitnahe Überweisung des Patienten zu einem Spezialisten (z. B. Endokrinologe)	• Bei leichter bis mittelschwerer Hypothyreose wird die sofortige Verabreichung von Levothyroxin empfohlen
• Zeitnahe Überweisung des Patienten zu einem Spezialisten (z. B. Endokrinologe) nach Abschluss der Behandlung	• Durchführung des Eingriffs bei Vorliegen einer Euthyreose	<p>Bei schwerer Hypothyreose:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dringende endokrine Beratung</li> <li>• Serum-TSH- und fT<sub>4</sub>-Kontrolle</li> <li>• Symptomüberwachung</li> <li>• mögliche weitere Behandlung auf der Intensivstation</li> <li>• i. v.-Levothyroxin <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufladedosis 200 bis 500 µg i. v.</li> <li>- danach 50 bis 100 µg täglich i. v.</li> </ul> </li> <li>• Liothyronin (L-T<sub>3</sub>) bei Verdacht auf Myxödemkomma</li> </ul>

**TSH:** Thyroidea-stimulierendes Hormon (im Serum gemessen); **fT<sub>4</sub>:** freies Thyroxin (im Serum gemessen).

stellt die schwerwiegendste Komplikation der Hypothyreose dar und ist durch Bewusstseinsverlust, Unterkühlung, Hypoventilation, Bradykardie, Herzinsuffizienz und Dysfunktion anderer Organe gekennzeichnet [29–31]. Mögliche Auslöser dafür können Infektionen wie eine Pneumonie oder ein Harnwegsinfekt, Traumata, eine Hypothermie, Medikamente (Sedativa, Opiode, Diuretika) oder eine Operation sein [29]. Die Therapiemaßnahmen umfassen eine Volumetherapie, die Substitution von L-Thyroxin, die Gabe von Hydrocortison und ggf. eine mechanische Beatmung [30]. Die initiale Behandlung muss in diesem Fall intraoperativ begonnen und postoperativ unter intensivmedizinischer Überwachung fortgeführt werden [2].

### Perioperative Medikation zur Behandlung der Hypothyreose

Bei Patienten mit einer Hypothyreose, die mit Levothyroxin-Ersatzdosen (L-T<sub>4</sub>) behandelt werden, ist es wichtig, die Medikation während der perioperativen Phase beizubehalten. Auch am Operationstag sollte idealerweise die morgendliche Einnahme erfolgen. Sofern es nicht möglich ist, das Medikament am Tag des Eingriffs zu verabreichen

und unter der Voraussetzung, dass der Patient klinisch asymptomatisch und kardiopulmonal stabil ist, kann die Dosis für diesen Tag ausgelassen werden. Ist eine orale L-Thyroxin-Gabe postoperativ nicht möglich, kann aufgrund der siebentägigen Halbwertszeit von L-T<sub>4</sub> dieses am fünften bis siebten postoperativen Tag intravenös mit 60–80 % der oralen Äquivalenzdosis täglich so lange substituiert werden, bis eine orale Verabreichung wieder möglich ist [2,3]. Bei Patienten mit leichter bis mittelschwerer und zuvor nicht eingestellter Hypothyreose, die auf eine dringende, jedoch nicht unmittelbar zeitkritische Operation vorbereitet werden, ist es notwendig, die orale L-T<sub>4</sub>-Therapie so schnell wie möglich einzuleiten [1]. Wenn bei einem dieser Patienten klinisch ein Myxödem diagnostiziert wird, muss mit dem Ziel einer euthyreoten Stoffwechselstörung eine sofortige, vorzugsweise intravenöse Behandlung mit L-T<sub>4</sub> begonnen werden. Bei Verdacht auf ein Myxödemkomma als maximaler Stoffwechselentgleisung wird zusätzlich zu der Behandlung mit L-T<sub>4</sub> die gleichzeitige Gabe von Liothyronin (L-T<sub>3</sub>) nach einem festen Zeitplan unter Berücksichtigung von Kontraindikationen und unter Konsultation eines Endokrinologen

empfohlen [1]. Die initiale intravenöse Dosis von L-T<sub>4</sub> beträgt 200 bis 500 µg, gefolgt von 50 bis 100 µg i. v. täglich [3]. Die einzige Ausnahme von der präoperativen Einleitung des Schilddrüsenhormonersatzes betrifft Patienten, die eine dringende kardiale Revaskularisation benötigen, da bei dieser Patientengruppe der Ersatz der Schilddrüsenhormone die kardiale Ischämie verschlimmern kann (Tab. 2) [3].

Je ausgeprägter die Hypothyreose ist, desto häufiger und gravierender sind die perioperativen Komplikationen. Aufgrund der verzögerten Magenentleerung und des damit einhergehenden erhöhten Aspirationsrisikos sollte eine Intubation mittels Rapid Sequence Induction (RSI) mit Succinylcholin in Betracht gezogen werden [8,9]. Auch schnell wirksame, nicht depolarisierende Muskelrelaxantien wie Rocuronium können verwendet werden. Die Anästhesie kann mit allen Anästhetika und kurzwirksamen Opioid-Supplementierungen mit oder ohne volatile Anästhetika aufrechterhalten werden [8,11,12]. Zu beachten ist die erhöhte Sensitivität gegenüber Sedativa und Anästhetika durch einen veränderten Medikamentenmetabolismus [8]. Während der Narkose muss mit besonderer Vorsicht auf Anzeichen von kardiovaskulärer Depression, prolongierter Skelettmuskellähmung und Unterkühlung geachtet werden. Zudem können Nicht-Opioid-Analgetika aufgrund ihrer längeren Wirkungsdauer gegenüber Opioiden additiv eingesetzt werden [11].

### Hyperthyreose

Im Falle einer neu diagnostizierten, subklinischen primären Hyperthyreose kann eine dringende Operation durchgeführt werden. Es sollte aber insbesondere bei älteren Patienten mit Tachykardie oder mit einer diagnostizierten kardiovaskulären Erkrankung eine perioperative Verabreichung von Betablockern, Thyreostatika und Glucocorticoiden in Betracht gezogen werden (Tab. 3). Bei Patienten mit Kontraindikationen für Betablocker können alternativ auch langwirksame Kalziumkanalblocker aus der Gruppe der Benzothiazepine (Diltiazem-Typ)

und der Gruppe der Phenylalkylamine (Verapamil-Typ) zur Kontrolle der Herzfrequenz verwendet werden [10]. Das Management ist ähnlich wie bei Patienten vor elektiven Eingriffen, bei denen präoperativ eine subklinische Hyperthyreose diagnostiziert wurde. Laut einer großen internationalen Kohortenanalyse sind die Gesamtmortalität, die kardiovaskuläre Mortalität und das Risiko eines neu auftretenden Vorhofflimmerns bei Patienten mit einer Hyperthyreose deutlich erhöht, insbesondere wenn der TSH-Spiegel unter 0,1 mU/l liegt [3,28]. Das perioperative Risiko durch Vorliegen einer unbehandelten subklinischen Hyperthyreose darf daher nicht unterschätzt werden, da sich innerhalb weniger Wochen bis Monate aus einer oligo- oder asymptotischen

latenten Hyperthyreose (TSH erniedrigt,  $fT_3/fT_4$  im Normbereich) eine manifeste, klinisch relevante Hyperthyreose (TSH erniedrigt,  $fT_3/fT_4$  erhöht) entwickeln kann. Um diese Erkrankung rechtzeitig vor der geplanten Operation zu erkennen, ist es notwendig, den Patienten an einen Endokrinologen zur weiterführenden Diagnostik und ggf. zur Einleitung einer thyreostatischen Therapie zu überweisen (Tab. 3) [3]. Eine elektive Thyreoidektomie wird sowohl bei latenter als auch bei manifester Hyperthyreose erst nach Behandlung des Patienten mit Thyreostatika und nach Erlangung der Euthyreose durchgeführt. Neben der Behandlung der Hyperthyreose sollte bereits auch ein Augenmerk auf die Prävention gelegt werden. Eine präventive Therapie, beispielsweise mit

Natriumperchlorat, ist bei Patienten mit geplanten Operationen, in denen jodhaltige Kontrastmittel verwendet werden, notwendig, da ein hoher Verbrauch des für die Hormonsynthese benötigten Substrats die Entwicklung einer manifesten Hyperthyreose bis hin zu einer lebensbedrohlichen thyreotoxischen Krise beschleunigen kann [2]. Diese kann sich durch Bewusstseinentrübung, Zittern, Schläfrigkeit, Koma, Hyperthermie, Hypovolämie, Hyperglykämie, hypertensive Krise und eine akute Herzinsuffizienz präsentieren. In Ausnahmefällen kann vor notwendigen Operationen unter Inkarnation einer höheren Medikamentendosis der ansonsten mehrmonatige Behandlungszeitraum bis zum Erreichen einer Euthyreose verkürzt werden [2,3].

**Tabelle 3**

Vereinfachtes Behandlungsschema eines Patienten mit Hyperthyreose vor einer Operation.

Hyperthyreose		
Subklinische	Manifste	
<b>Alle chirurgische Eingriffe</b>	<b>Geplante chirurgische Eingriffe</b>	<b>Dringende chirurgische Eingriffe</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es wird nicht empfohlen, die Operation zu verschieben</li> <li><b>Ausnahme:</b> Eingriffe mit Gabe eines jodhaltigen Kontrastmittels – wenn möglich, sollte der Eingriff um vier Tage verschoben werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitnahe Überweisung des Patienten zu einem Spezialisten (z. B. Endokrinologe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thiamazol (maximal 120 mg/24 h; initial 3 x 40 mg täglich i. v.)</li> <li>Carbimazol (5–10 mg täglich p. o.) oder</li> <li>Propylthiouracil (4–6 x 50 mg täglich p. o.); hemmt zudem die Konversion von <math>T_4</math> zu <math>T_3</math></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Betablocker erwägen, falls erforderlich und sofern keine Kontraindikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchführung des Eingriffs bei Vorliegen einer Euthyreose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betablocker, um den Herzrhythmus zu verlangsamen, sofern keine Kontraindikation           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propranolol (3 x 40–80 mg täglich p. o.); hemmt zudem die Konversion von <math>T_4</math> zu <math>T_3</math></li> <li>- Metoprolol (100–200 mg täglich p.o.)</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Eingriffen mit Gabe eines jodhaltigen Kontrastmittels wird die präoperative Gabe von Thiamazol 40 mg in zwei Dosen und Betablockern empfohlen, sofern keine Kontraindikation</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Prednisolon, um die Konversion von <math>T_4</math> zu <math>T_3</math> zu hemmen (initial 100–250 mg täglich p. o.)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitnahe Überweisung des Patienten zu einem Spezialisten (z. B. Endokrinologe) nach Abschluss der Behandlung</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei Hyperaktivität der Schilddrüse durch eine übermäßige Jodzufuhr wird zusätzlich Natriumperchlorat empfohlen (10–15 Tropfen p. o. im Abstand von 8 Stunden)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Kaliumiodid eine Stunde nach der Erstdosis von Thiamazol (5–7 Tropfen p. o. im Abstand von 8 Stunden)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Endokrinologische Beratung</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Falls möglich, sollte der Operationstermin verschoben werden, bis eine Senkung der Hormonkonzentration im Serum erreicht ist</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nach dem Eingriff wird eine Fortführung der medikamentösen Therapie mit einem Thyreostatikum und einem Betablocker in reduzierter Dosis empfohlen, sofern keine Kontraindikation vorliegt</li> </ul>

**T<sub>3</sub>:** Trijodthyronin; **T<sub>4</sub>:** Thyroxin.

Im Fall einer neu diagnostizierten manifesten Hyperthyreose sollte ein dringender operativer Eingriff auf drei bis vier Tage nach Beginn der thyreostatischen Behandlung verschoben werden. Beim Vorliegen von unaufschiebbaren Indikationen ist es in Notfällen möglich, ein Kontrastmittel bereits eine Stunde nach der ersten Dosis eines Thyreostatikums zu verabreichen, wobei diese Behandlung postinterventionell unmittelbar fortzuführen und der Patient engmaschig zu überwachen ist [5].

Im Falle einer thyreotoxischen Krise wird empfohlen, den Volumenstatus auszugleichen, die Temperatur mit kühlenden Kompressen und Paracetamol aktiv zu senken, sowie Propranolol, Hydrocortison, Propylthiouracil und Kaliumiodid oder Lugolsche Lösung, eine wässrige Lösung von Jod und Kaliumiodid, zu verabreichen (Tab. 3). Intravenös verabreichtes Propranolol (0,5 bis 1 mg über 10 Minuten, gefolgt von 1 bis 2 mg über 10 Minuten alle paar Stunden) kann verwendet werden, um Fieber, Bluthochdruck und Tachykardie intraoperativ zu kontrollieren [5]. Acetylsalicylsäure als Antipyretikum sollte vermieden werden, da dies zu einer Erhöhung der Bioverfügbarkeit der Schilddrüsenhormone führen kann, indem es eine Verschiebung der Konzentrationen von  $T_4$  und dem Schilddrüsen-bindenden Globulin bewirkt [3,11]. Liegt ein Exophthalmus vor, so ist es besonders wichtig, die Augen zu bedecken und zu schützen.

Bei einer manifesten Hyperthyreose kann während der Operation Natriumthiopental als präferiertes Induktionsmittel eingesetzt werden, da es eine schilddrüsenhemmende Aktivität aufweist [34]. Medikamente wie Ketamin und Ephedrin, die den Sympathikotonus erhöhen, sollten vermieden werden. Succinylcholin oder nicht depolarisierende Muskelrelaxantien sind für die Erleichterung der Intubation nach der Induktion geeignet. Bei Reversierung der neuromuskulären Blockade können Anticholinergika wie Atropin oder Glykopyrrrolat zu übermäßigen sympathischen Reaktionen, insbesondere zu einer starken Tachykardie führen. Glykopyrrrolat,

das im Vergleich zu Atropin weniger chronotrop wirkt, kann die bevorzugte Wahl sein [11]. Wenn ein nicht depolarisierendes Muskelrelaxans vom Steroid-Typ gewählt wurde, wie zum Beispiel Rocuronium oder Vecuronium, kann die Blockade zielgerichtet mit Sugammadex aufgehoben werden [38].

### Herausforderungen der Anästhesie bei einer Thyreoidektomie

Die Thyreoidektomie ist weltweit der am häufigsten durchgeführte endokrine chirurgische Eingriff. Präoperativ muss daher eine optimale Vorbereitung erfolgen, vor allem aufgrund der zu erwartenden Schwierigkeiten bei der Atemwegssicherung bei Strumapatienten durch eine Kompression der Trachea von außen [22,30]. Neben intraoperativen Komplikationen durch Freisetzung peripherer Hormone können zahlreiche weitere Komplikationen auftreten, wie beispielsweise Blutungen durch Gefäßverletzungen, ein Larynxödem, Nervenlähmungen, eine Tracheomalazie, eine hypokalzämische Tetanie durch (versehentliches) Entfernen der Nebenschilddrüsen oder ein Pneumothorax [30]. Durch Kompression der Schilddrüse auf umliegende Strukturen treten in seltenen Fällen bereits präoperativ ein Horner-Syndrom, ein oberes venokavales Obstruktionssyndrom und/oder ein Perikard- oder Pleuraerguss auf [31].

Eine einseitige Operation der Schilddrüse kann auch unter örtlicher Betäubung des oberflächlichen und tiefen zervikalen Plexus durchgeführt werden, jedoch wird in der Regel eine Vollnarkose bevorzugt [4,17]. Heutzutage gewinnt die balancierte Anästhesie an Bedeutung, in der die Regionalanästhesie mit der Allgemeinanästhesie kombiniert werden. Im Fall einer Thyreoidektomie wird zunehmend häufiger eine Blockade des Plexus cervicalis superficialis als Teil der Schmerztherapie durchgeführt. Darüber hinaus gilt diese Blockade, wegen der oberflächlichen Lage der Nerven und des niedrigen Komplikationsrisikos, als einfach. Es hat sich zudem gezeigt, dass bei eingeschränktem Zugang zu

optimaler medizinischer Versorgung und Notwendigkeit einer Operation die infiltrative Anästhesie eine Alternative zur Vollnarkose ist [17].

Als eine häufige Komplikation können nach einer Schilddrüsenoperation Übelkeit und Erbrechen auftreten, auch bezeichnet als PONV (**postoperative nausea and vomiting**). In Studien mit Patienten, bei denen eine laparoskopische Cholezystektomie oder eine bariatrische Chirurgie durchgeführt wurden, zeigte sich, dass die Verwendung einer Opioid-freien Anästhesie (OFA) im intraoperativen Management die Inzidenz von PONV reduziert hat [19,20]. In einer aktuellen Studie wird untersucht, ob und inwieweit eine OFA die Häufigkeit des Auftretens von PONV in der Schilddrüsenchirurgie reduziert, im Konkreten durch eine Kombination einer niedrigen Infusions-Dosis von Dexmedetomidin (0,2 µg/kg/h), intravenösem Lidocain (1 mg/kg) und Esketamin (Einzeldosis von 0,3 mg/kg und intraoperativ ein zusätzlicher Bolus von 0,1 mg/kg) [18].

Um das Risiko einer Lähmung des Nervus laryngeus recurrens oder des Nervus laryngeus superior während der Thyreoidektomie zu minimieren, wurde die Verwendung eines intraoperativen Neuromonitorings (IONM) als Standard eingeführt [21,22]. Dieses gilt auch für die oben beschriebene Möglichkeit einer infiltrativen Anästhesie, sofern ein IONM verfügbar ist. In der endokrinen Chirurgie ist die Verwendung eines IONM ein in den letzten Jahren zunehmend etablierter Standard mit dem Ziel, die Komplikationsrate zu senken [22]. Für das IONM wird ein Endotrachealtubus mit aufzuklebenden Tubuselektroden für die Elektromyographie (EMG) verwendet. Durch den Einsatz des EMG-Endotrachealtubus können sowohl ein offener Atemweg für die Patientenbeatmung als auch die intraoperative Überwachung der EMG-Aktivität der intrinsischen Larynxmuskulatur gewährleistet werden [22]. Der EMG-Endotrachealtubus ist korrekt positioniert, wenn er sich im direkten Kontakt mit den Stimmlippen des Patienten befindet. Für die genaue Platzierung des

Endotrachealtubus wird eine Intubation mit einem Videolaryngoskop empfohlen. In einer Studie wies die Verwendung eines Videolaryngoskops mit einem Macintosh-Spatel im Vergleich zur direkten Laryngoskopie eine signifikant geringere Inzidenz unzureichender Signale für die intraoperative Nervenüberwachung in der Schilddrüsenchirurgie auf [23,25]. Außerdem zeigt sich bei dieser Methode eine höhere Erfolgsquote im ersten Intubationsversuch [22]. Ein weiterer Faktor, der erforderlich für die korrekte Funktion des IONM ist, besteht in der Aufhebung der neuromuskulären Blockade zu jeder Zeit während der Operation, was eine Wiederherstellung des EMG-Signals ermöglicht. Die Kombination von Rocuronium und Sugammadex wurde lange Zeit als Standard zur Aufhebung des neuromuskulären Blocks zu jedem Zeitpunkt während des Eingriffs angesehen. Heutzutage wird jedoch die Verabreichung teils noch kürzer wirksamer Muskelrelaxantien bevorzugt [21,24].

Wie bereits erläutert, strebt man auch bei der Thyreoidektomie in der präoperativen Beurteilung eine Euthyreose an. Es sollte auf Komplikationen wie Herzrhythmusstörungen geachtet werden. In den Leitlinien der **American Thyroid Association** wird die präoperative orale Supplementation von Kalzium und Vitamin D empfohlen, um das Risiko einer postoperativen Hypokalzämie aufgrund einer potenziellen Nebenschilddrüsenverletzung zu reduzieren [29]. Eine gründliche Atemwegsbewertung ist für die präoperative Risikobewertung essenziell [31]. Bei Patienten mit Struma nodosa sollten verschiedene Prädiktoren wie die Beweglichkeit des Halses in allen Ebenen und die thyromentale Distanz bewertet werden. Ebenso muss ausgeschlossen werden, dass signifikante Schwierigkeiten bei der Mundöffnung oder andere pathologische Abweichungen im Hals-Kopf-Bereich vorliegen [24,26]. Zur Prädiktion einer möglicherweise schwierigen endotrachealen Intubation muss eine umfassende Bewertung anhand der Mallampati-Klassifikation vorgenommen werden. Des Weiteren kann der Upper Lip Bite Test (ULBT)

durchgeführt werden [23,32,33]. Im Fall von Intubationsschwierigkeiten wie bei einem unerwartet schwierigen Atemweg kann die Intubation mit einem Videolaryngoskop oder als Ultima Ratio mit einem flexiblen Endoskop in leichter Sedierung mit Dexmedetomidin unter Erhalt der Spontanatmung durchgeführt werden. Dexmedetomidin ist gut steuerbar, führt in adäquater Dosierung zu keiner relevanten Atemdepression und kann durch die Senkung des Sympathikotonus vor allem bei hyperthyreotischer Stoffwechsellage im Notfall bei Patienten mit schwierigem Atemweg hilfreich sein. Durch die zeitnahe Verabreichung von Muskelrelaxanzien kann die Intubation in den genannten Fällen erleichtert werden [27]. Eine inhalative Induktion mit Sevofluran wird bei Patienten mit Stridor oder Verdacht auf einen schwierigen Atemweg angewendet [39]. Zu beachten ist ferner, dass auch nach einer partiellen oder kompletten Resektion der Schilddrüse bei diesen Patienten in zukünftigen Operationen Intubationsschwierigkeiten auftreten können.

Neben den allgemeinen, für eine sichere Extubation erforderlichen Voraussetzungen wie einer weitgehenden Kreislaufstabilität, einer Normothermie, vorhandenen Schutzreflexen sowie einer suffizienten Spontanatmung und Oxygenierung besteht in dieser Patientengruppe durch mögliche Läsion der Nervi laryngei recurrentes und der Nebenschilddrüsen ein erhöhtes Risiko für frustrane Extubationsversuche mit der Notwendigkeit einer erneuten Atemwegssicherung [40]. Eine optimale Dokumentation und eine Schulung des Anästhesiepersonals sind daher anzustreben [40].

### Fallbeispiel 1: Hypothyreose

Ein Patient mit Rektumkarzinom entwickelt eine Dickdarmperforation und muss operativ behandelt werden. In seiner Vorgeschichte besteht eine Hypothyreose aufgrund einer Thyreoidektomie, die mit Levothyroxin behandelt wird. Vor der Operation stellt sich heraus, dass die Hypothyreose unzureichend eingestellt ist. Die Operation verläuft komplikationslos. Nach der Operation

entwickelt der Patient allerdings beim Aufwachen aus der Anästhesie Atemprobleme aufgrund einer Hypoventilation mit Anstieg des Kohlendioxidgehalts im Blut.

Werte:

TSH: 4,7 µU/ml

FT<sub>4</sub>: 0,3 ng/ml

FT<sub>3</sub>: 1,1 pg/ml

### Fallbeispiel 2: Hyperthyreose

Ein 47-jähriger Patient wird mit akuten Bauchschmerzen in die Notaufnahme eingeliefert. Nach weiteren Untersuchungen werden eine akute Cholezystitis diagnostiziert sowie eine Hyperthyreose festgestellt. Der Zustand des Patienten erfordert eine sofortige chirurgische Behandlung. Während der Operation kommt es zu Komplikationen, da der Patient plötzlich Vorhofflimmern entwickelt. Um die Herzfrequenz unter Kontrolle zu bringen, werden intraoperativ Betablocker verabreicht.

Werte:

TSH: 0,2 µU/ml

FT<sub>4</sub>: 2,4 ng/ml

FT<sub>3</sub>: 4,7 pg/ml

### Fazit

#### Allgemein

- Es besteht kein erhöhtes Anästhesierisiko bei Patienten mit präoperativ euthyreoter Stoffwechsellage, auch nicht bei thyreostatischer Vorbehandlung.
- Durch Veränderungen im Schilddrüsenstoffwechsel ändert sich die minimale alveolare Konzentration (MAC) volatiler Anästhetika; sie nimmt bei Patienten mit Hypothyreose ab und bei Patienten mit Hyperthyreose zu.
- Präoperativ sollte bei vergrößerter Schilddrüse die Abschätzung der Kompression der Trachea zur Vermeidung von Intubationschwierigkeiten erfolgen, ggf. durch ergänzende bildgebende Verfahren.
- Relevante Probleme bei der Ventilation, der Intubation, der Extubation

sowie im perioperativen Management können durch eine optimale präoperative Vorbereitung und die Wahl des geeigneten Anästhesieverfahren reduziert werden.

### Hypothyreose

- Alle Medikamente sollten aufgrund des Risikos einer Katecholaminresistenten Hypotonie und der gesteigerten Empfindlichkeit vorsichtig titriert werden.
- Komplikationen durch eine mögliche Hypothermie sind zu beachten.

### Hyperthyreose

- Da das Risiko einer thyreotoxischen Krise und eines hypermetabolischen Komas besteht, darf die präoperative Einnahme von Betablockern und thyreostatischen Medikamenten nicht pausiert werden.
- Die Einleitung der Anästhesie erfolgt idealerweise mit Propofol, zur Aufrechterhaltung der Anästhesie werden mit Sevofluran und zur neuromuskulären Blockade Rocuronium oder Cisatracurium empfohlen.
- Desfluran sollte aufgrund des beschleunigten Stoffwechsels nicht verabreicht werden.

### Literatur

- Herold G: Innere Medizin 2021. Berlin, Boston: De Gruyter 2021;751–768
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE): Thyroid disease: assessment and management. NICE Guideline No. 145. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE) 2019
- Himes CP, Ganesh R, Wight EC, Simha V, Liebow M: Perioperative Evaluation and Management of Endocrine Disorders. Mayo Clin Proc 2020;95:2760–2774
- Klinke R, Pape H, Kurtz A, Silbernagl S: Physiologie, 6. Auflage. Stuttgart: Thieme 2010;659– 664
- Burton D, Nicholson G, Hall G: Endocrine and metabolic response to surgery. CEACCP 2004;4:114–147
- Parzeller M, Wenk M, Zedler B, Rothschild M: Aufklärung und Einwilligung bei ärztlichen Eingriffen. Dtsch Arztebl 2007;104:A 576–586
- Stathatos N, Wartofsky L: Perioperative management of patients with hypothyroidism. Endocrinol Metab Clin North Am 2003;32: 503–518
- Kochs E, Adams HA, Spies C: Anästhesiologie, Anästhesie bei endokrinen Störungen. Thieme 2008;506–508
- Palace MR: Perioperative Management of Thyroid Dysfunction. Health Serv Insights 2017;10:1178632916689677
- Fredlund BO, Olsson SB: Long QT interval and ventricular tachycardia of a "torsade de pointe" type in hypothyroidism. Acta Med Scand 1983;213:231–235
- Ladenson PW, Levin AA, Ridgway EC, Daniels GH: Complications of surgery in hypothyroid patients. Am J Med 1984;77:261–266
- Malhotra B, Bhadada SK: Perioperative management for non-thyroidal surgery in thyroid dysfunction. Indian J Endocrinol Metab 2022;26:428–434
- Graham GW, Unger BP, Coursin DB: Perioperative management of selected endocrine disorders. Int Anesthesiol Clin 2000;38:31–67
- Banasiewicz T, Meissner W, Pyda P, Wierzbicki T, Biczysko M, Glyda M, et al: Local anesthesia in thyroid surgery – own experience and literature review. Pol Przegl Chir 2011;83:264–270
- Simone M, Barusco G, Marzotti A: The thyroid gland and anaesthesia. Acta Anaesthesiol 1968;19:Suppl:145+
- Chen P, Liang F, Li L, Zhao G: Complications and adverse effects associated with intraoperative nerve monitoring during thyroid surgery under general anesthesia. Cell Biochem Biophys 2015;71:1029–1033
- Rowbotham S: Anaesthesia for Thyroid Surgery. Proc R Soc Med 1949;42:15–122
- Banasiewicz T, Meissner W, Pyda P, Wierzbicki T, Glyda M, Musial M, et al: Partial thyroidectomy under local anaesthesia-the analysis of 49 subsequent cases. Langenbecks Arch Surg 2008;393: 715–719
- Wang D, Long YQ, Sun Y, Zhu YJ, Feng XM, Liu H, et al: Opioid-free total intravenous anesthesia for thyroid and parathyroid surgery: Protocol for a randomized, double-blind, controlled trial. Front Med (Lausanne) 2022;9:939098
- Bakan M, Umutoglu T, Topuz U, Uysal H, Bayram M, Kadioglu H, et al: Opioid-free total intravenous anesthesia with propofol, dexmedetomidine and lidocaine infusions for laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized, double-blinded study. Braz J Anesthesiol 2015;65:191–199
- Ziemann-Gimmel P, Goldfarb AA, Koppman J, Marema RT: Opioid-free total intravenous anaesthesia reduces postoperative nausea and vomiting in bariatric surgery beyond triple prophylaxis. Br J Anaesth 2014;112:906–911
- Hsieh CY, Tan H, Huang HF, Huang TY, Wu CW, Chang PY, et al: Optimization of Intraoperative Neural Monitoring of the Recurrent Laryngeal Nerve in Thyroid Surgery. Medicina 2022;58:495
- Kriege M, Hilt JA, Dette F, Wittenmeier E, Meuser R, Staibitz JI, et al: Impact of direct laryngoscopy vs. videolaryngoscopy on signal quality of recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery: a randomised parallel group trial. Anaesthesia 2023;78:55–63
- Bouaggad A, Nejmi SE, Bouderka MA, Abassi O: Prediction of difficult tracheal intubation in thyroid surgery. Anesth Analg 2004;99:603–606
- Pan HS, Corey T, Luk HN, Qu JZ, Shikani A: Combined Styletubation with Videolaryngoscopy for Tracheal Intubation in Patients Undergoing Thyroidectomy with Intraoperative Neuromonitoring. Anesth Res 2024;1:8–23
- De Cassai A, Papaccio F, Betteto G, Schiavolin C, Iacobone M, Carron M: Prediction of difficult tracheal intubations in thyroid surgery. Predictive value of neck circumference to thyromental distance ratio. PLoS One 2019;14:e0212976
- Schäuble JC, Heidegger T: Management of the difficult airway: Overview of the current guidelines. Anaesthetist 2018;67:725–737
- Collet TH, Gussekloo J, Bauer DC, den Elzen WP, Cappola AR, Balmer P, et al: Subclinical Hyperthyroidism and the Risk of Coronary Heart Disease and Mortality. Arch Intern Med 2012;172:799–809
- Murkin JM: Anesthesia and Hypothyroidism: A Review of Thyroxine Physiology, Pharmacology, and Anesthetic Implications. Anesth Analg 1982;61:371–383
- Schoenenberger RA (Hrsg.): Internistische Notfälle, 8. Aufl., Stuttgart: Thieme 2009
- Bajwa SJ, Sehgal V: Anesthesia and thyroid surgery: The never ending challenges. Indian J Endocrinol Metab 2013;17:228–234
- White ML, Doherty GM, Gauger PG: Evidence-based surgical management of substernal goiter. World J Surg 2008;32:1285–1300

33. White M, Kenny GN: Evaluation of a Computer Aided Propofol Infusion System. In: Ikeda K, Doi M, Kazama T, Satz K, Oyama T (Hrsg.): Computing and Monitoring in Anesthesia and Intensive Care. Tokyo: Springer 1992;130–133
34. Schraag S, Pradelli L, Alsaleh AJO, Bellone M, Ghetti G, Chung TL, et al: Propofol vs. inhalational agents to maintain general anaesthesia in ambulatory and in-patient surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol* 2018;18:162
35. Stoelting RK, Dierdorf SF: Endocrine disease. In: Stoelting RK, Dierdorf SF (Hrsg.): Anesthesia and Co-Existing Disease, 3. Aufl. New York: Churchill Livingstone 1993; 347–351
36. Pappert, D, Sprenger M: Anästhesie bei endokriner Dysfunktion. *Anaesthetist* 1999;48:485–503
37. Gupta AK, Kumar S: Utility of Antibodies in the Diagnoses of Thyroid Diseases: A Review Article. *Cureus* 2022;14:e31233
38. Schaller SJ, Fink H: Sugammadex as a reversal agent for neuromuscular block: an evidence-based review. *Core Evid* 2013;8:57–67
39. Piepho T, Kriege M, Byhahn C, et al: S1 Leitlinie Atemwegsmanagement 2023. *Anästh Intensivmed* 2024;65:69–96
40. Elshamy G, Chippa V, Correa R: Myxedema. In: StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545193/> (Zugriffsdatum: 28.03.2025)
41. Laubner K, Weber W, Seufert J: Endokrine Orbitopathie aus interdisziplinärer Sicht. *Ophthalmologe* 2011;108:410–416.

**Korrespondenz-  
adresse**

**Dr. med.  
Paweł Radkowski**

Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin, Hospital zum Heiligen Geist gemeinnützige GmbH,  
Am Hospital 6  
34560 Fritzlar, Deutschland  
Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Medizinische Fakultät, Collegium Medicum der Universität Warmia und Masuren,  
Michała Oczapowskiego 2  
10–719 Olsztyn, Polen

E-Mail: [pawelradkowski@yahoo.de](mailto:pawelradkowski@yahoo.de)  
ORCID-ID: 0000-0002-9437-9458