

# CT-gestützte thorakale Sympathikolyse zur Therapie bei primärer Hyperhidrosis palmaris – Retrospektive Analyse des Einflusses von Menge und Lage des Sympathikolytikums auf Therapieerfolg und Nebenwirkungen

## CT-assisted thoracic sympathicolysis for therapy of primary hyperhidrosis palmaris-retrospective analysis of the influence of the amount and position of the sympathetic agent on the therapeutic outcome and side effects

### Autoren

Julian Ramin Andresen<sup>1</sup>, Fabian Scheer<sup>2</sup>, Erik Schlöricke<sup>3</sup>, Reimer Andresen<sup>2</sup>

### Institute

- 1 Medical School, Sigmund Freud Private University, Vienna, Austria
- 2 Institute of Diagnostic and Interventional Radiology/Neuroradiology, Westküstenklinikum Heide, Academic Teaching Hospital of the Universities of Kiel, Lübeck and Hamburg, Heide, Germany
- 3 Department of Visceral, Thoracic and Vascular Surgery, Westküstenklinikum Heide, Academic Teaching Hospital of the Universities of Kiel, Lübeck and Hamburg, Heide, Germany

### Key words

CT-guided thoracic sympathicolysis, minimally invasive therapy, primary palmar hyperhidrosis, sympathicolytic agent

eingereicht 13.08.2020

akzeptiert 15.10.2020

online publiziert 21.12.2020

### Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2021; 193: 574–581

DOI 10.1055/a-1299-2098

ISSN 1438-9029

© 2020, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

### Korrespondenzadresse

Julian Ramin Andresen (BScMed)  
Medical School, Sigmund Freud Private University,  
Freudplatz 3, 1020 Vienna, Austria  
Tel.: +43/66 03 46 93 52  
1600556@uni.sfu.ac.at

### ZUSAMMENFASSUNG

**Ziel** Gegenstand der Studie war es, den Nutzen einer thorakalen, computertomografisch gestützten Sympathikolyse (CTS<sub>y</sub>) bei Patienten mit einer primären fokalen Hyperhidrose der Hände zu evaluieren. Des Weiteren sollte der Einfluss von Menge und Verteilung des applizierten Sympathikolytikums beurteilt werden.

**Patienten und Methoden** Retrospektiv wurden 78 Patienten (13 (16,7%) Männer, mittleres Alter 31,2 ± 9 Jahre, und 65 (83,3%) Frauen, mittleres Alter 34,2 ± 12 Jahre), die mittels CTS<sub>y</sub> behandelt wurden, in die Studie inkludiert. Die Indikation zur Behandlung war eine primär fokale Hyperhidrosis palmaris Grad II und Grad III nach Ausschöpfen aller konservativen Behandlungsmöglichkeiten und weiterhin bestehender hoher Leidensdruck. Die CTS<sub>y</sub> erfolgte nach Festlegung der Eingangsebene in Höhe des Zwischenwirbelraums BWK 2/3 über einen dorsolateralen Zugangsweg mittels einer 22G-Koaxialnadel. Es wurden durchschnittlich 5 (2–10) ml eines Sympathikolytikumgemisches (10 ml bestehend aus 8 ml 96%igem Alkohol, 1,6 ml 0,5%igem Carbostesin und 0,4 ml 0,9%iger NaCl-Lösung mit KM-Beimengungen) installiert. Das Verteilungsvolumen des Sympathikolytikums wurde im postinterventionellen CT-Schnittbild in kraniokaudaler Richtung ausgemessen. Die Patienten evaluierten präinterventionell, 2 Tage postinterventionell, 6 sowie 12 Monate nach der Intervention das Beschwerdeempfinden anhand eines Dermatology Quality of Life Index (DLQI) sowie der aufgetretenen Nebenwirkungen.

**Ergebnisse** Die technische Erfolgsrate der CTS<sub>y</sub> lag bei 100%. Es traten keine Major-Komplikationen auf. Die durchgeführten Interventionen führten zu einem signifikanten Rückgang ( $p < 0,001$ ) des präinterventionellen Beschwerdeempfindens 2 Tage, 6 und 12 Monate postinterventionell nach CTS<sub>y</sub>. Als häufigste Nebenwirkung gaben 16/78 (20,5%) Patienten im Verlauf ein kompensatorisches Schwitzen am

Rücken an. Bei all diesen Patienten lag das Sympathikolytikumvolumen unter 5 ml, das Sympathikolytikum überschritt in keinem Fall die Grundplatte von BWK 3 nach kaudal. Kein kompensatorisches Schwitzen am Rücken zeigte sich bei 5/78 (6,4%) Patienten, hier lag das Sympathikolytikumvolumen über 5 ml und dehnte sich deutlich nach kaudal unterhalb der Grundplatte von BWK 3 aus.

Eine passagere Miosis und temporäre Ptosis fand sich bei 8/78 (10,3%) Patienten. Bei all diesen Patienten lag das Sympathikolytikumvolumen über 5 ml und dehnte sich deutlich nach kranial oberhalb der Deckplatte von BWK 2 aus. Ein leichtes bis mäßiges Rezidivschwitzen entwickelte sich bei 35/78 (44,9%) Patienten, deutlicher bei applizierten Volumina des Sympathikolytikums unter 5 ml und links etwas ausgeprägter als rechts. Bei einer insgesamt hohen Zufriedenheit würden 71/78 (91,0%) Patienten die Intervention wieder durchführen lassen.

**Schlussfolgerung** Die CTSy stellt für Patienten mit primärer fokaler Hyperhidrosis palmaris eine nebenwirkungsarme Therapieoption mit gutem Benefit dar. Die Menge und die räumliche Verteilung des Sympathikolytikums haben einen Einfluss auf den therapeutischen Effekt und die Nebenwirkungen.

#### Kernaussagen:

- Die CT-gestützte thorakale Sympathikolyse ist ein minimalinvasives, komplikationsarmes Therapieverfahren zur Behandlung von schweren Formen einer primären Hyperhidrosis palmaris.
- Die CT-gestützte thorakale Sympathikolyse kann in der Regel ambulant durchgeführt werden.
- Die Menge und lokale Verteilung des Sympathikolytikums beeinflussen den Therapieeffekt und die Nebenwirkungen.

#### Zitierweise

- Andresen J, Scheer F, Schlöricke E et al. CT-assisted thoracic sympathicolytic for therapy of primary hyperhidrosis palmaris-retrospective analysis of the influence of the amount and position of the sympathetic agent on the therapeutic outcome and side effects. *Fortschr Röntgenstr* 2021; 193: 574–581

#### ABSTRACT

**Purpose** The objective of the present study was to evaluate the benefit of a thoracic, computed tomography-guided sympathicolytic (CTS<sub>y</sub>) in patients with primary, focal hyperhidrosis of the hands. In addition, the influence of the amount and distribution of the administered sympathicolytic agent was to be assessed.

**Patients and Methods** Retrospectively, 78 patients [13 (16.7%) men, mean age 31.2 ± 9 years and 65 (83.3%) women, mean age 34.2 ± 12 years], who had been treated using CTS<sub>y</sub>, were included in the study. The indication for treatment was primary focal palmar hyperhidrosis grade II and grade III after exhaustion of all conservative treatment options and a continued high level of suffering. CTS<sub>y</sub> was performed after establishing the entry plane at the level of the intervertebral space T2/T3 via a dorsolateral approach using a 22-G coaxial needle. On average 5 (2–10) ml of a sympathicolytic mixture (10 ml consisting of 8 ml 96% alcohol, 1.6 ml 0.5% Carbostesin and 0.4 ml 0.9% NaCl solution, with added amounts of contrast medium) were instilled. The volume of distribution of the sympathicolytic agent was determined in craniocaudal direction using CT images. The patients evaluated their sense of discomfort preinterventionally, 2 days postinterventionally, and 6 and 12 months after the intervention, on the basis of a Dermatology life Quality Index (DLQI) as well as the side effects that occurred.

**Results** The technical success rate of CTS<sub>y</sub> was 100%. No major complications occurred. The interventions performed led to a significant reduction ( $p < 0.001$ ) in the preinterventional sense of discomfort 2 days, 6 and 12 months after CTS<sub>y</sub>. As the most common side effect, compensatory sweating was reported by 16/78 (20.5%) of the patients over the further course. In all of these patients, the volume of sympathicolytic agent administered was below 5 ml. In no case did the sympathicolytic agent extend caudally beyond the base plate of Th 3. No compensatory sweating of the back was observed in 5/78 (6.4%) patients; here the sympathicolytic volume was above 5 ml and extended significantly caudally below the baseplate of T3.

Transient miosis and ptosis was found in 8/78 (10.3%) patients. In all of these patients, the volume of sympathicolytic agent administered was above 5 ml and it extended markedly cranially beyond the upper plate of T2. A mild to moderate recurrent sweating developed in 35/78 (44.9%) patients, which was more marked if the volume of sympathicolytic administered was below 5 ml and slightly more pronounced on the left than on the right. Given a high level of satisfaction overall, 71/78 (91.0%) patients said that they would undergo the intervention again.

**Conclusion** For patients with primary, focal palmar hyperhidrosis CTS<sub>y</sub> represents a therapeutic option that offers good benefit and has few side effects. The amount and spatial distribution of the sympathicolytic agent has an influence on the therapeutic outcome and the side effects.

## Einleitung

Das Krankheitsbild der primären (idiopathischen, essenziellen) Hyperhidrosis ist durch eine das physiologische Maß überschreitende, zumeist lokal begrenzte Schweißsekretion gekennzeichnet, welches konsekutiv zu einem erheblichen Leidensdruck füh-

ren kann [1]. Die primäre Hyperhidrosis ist mit 95% das häufigste Erscheinungsbild des übermäßigen Schwitzens, wobei ursächlich ein erhöhter Sympathikotonus angeschuldigt wird, welcher zu einer gesteigerten Innervation ekkriner Schweißdrüsen führt. Die mit 5% vergleichsweise seltene sekundäre Hyperhidrosis hat ihre Ursache in Störungen des endokrinen, neurologischen und

kardiovaskulären Systems, findet sich bei Infektionskrankheiten, Systemerkrankungen, malignen Erkrankungen, der Adipositas sowie als Nebenwirkung durch unterschiedliche Medikamente und ist differenzialdiagnostisch unbedingt abzuklären [2–4]. Weltweit variiert die Prävalenz der primären Hyperhidrosis zwischen 0,6 und 16,3% [5], mit bis zu 1% für Israel [6], 2,8% für die USA insgesamt [7], 1–2% in Europa [8] und bis zu 14,7% in Brasilien [9], wobei verlässliche Daten aufgrund von unterschiedlichen Erhebungen bisher nicht existieren. Eine weitere Ursache ist möglicherweise die unterschiedliche Herangehensweise an die Krankheit in den verschiedenen Ländern [10]. Obwohl beide Geschlechter äquivalent betroffen sind, befinden sich mehr Frauen in ärztlicher Behandlung; das könnte auf einen deutlich höheren Leidensdruck weiblicher Patienten zurückzuführen sein [11]. In 30–50% der Patienten findet sich eine familiäre Disposition, jedoch ist der Vererbungsmodus noch nicht einheitlich geklärt [12]. Bei Patienten mit einer schweren Form der Hyperhidrosis bestehen Hinweise auf einen autosomal-dominanten Erbgang mit inkompletter Penetranz [12].

Die primäre fokale Hyperhidrosis kann die Handflächen (palmare Hyperhidrosis), die Fußsohlen (plantare Hyperhidrosis), die Achselhöhlen (axilläre Hyperhidrosis) und das Gesicht (faziale Hyperhidrosis) betreffen, am häufigsten finden sich kombinierte Formen. Die palmare Form beginnt meist in der 2.–3. Lebensdekade, Estevan et al. [5] fanden bei 615 Patienten ein mittleres Alter von 22 (16–29) Jahren. Die Therapie der leichten bis mittelschweren Hyperhidrosis liegt primär in den Händen der konservativen Medizin, wobei die topische Behandlung mit Antiperspiranzien, die Leitungswasser-Iontophorese, die systemische Gabe von Anticholinergika und eine Psychotherapie (Biofeedback) infrage kommen [1, 13]. Für die schwere Form der Hyperhidrosis palmaris stehen dann die lokale Botulinum-Injektion [14] und die Ausschaltung des thorakalen Grenzstrangs mittels video-thorakoskopischer Sympathektomie [6, 15, 16], CTSy [8, 17, 18] oder CT-gesteuerte Radiofrequenzneurolyse [19] zur Verfügung. Vor jeder Therapie und auch zur Verlaufskontrolle ist eine möglichst objektive Schweregradeinteilung sowie Erfassung der subjektiven Beeinträchtigung unerlässlich (► **Tab. 1**) [20]; hierfür existieren zuverlässige Hilfsmittel und Fragebögen [20, 21, 23].

Ziel der Studie war es, den Nutzen der CTSy bei Patienten mit einer schweren primären fokalen Hyperhidrose der Hände zu evaluieren sowie den Einfluss von Menge und Verteilung des applizierten Sympathikolytikums auf Therapieerfolg und Nebenwirkungen zu beurteilen.

## Patienten und Methoden

Retrospektiv wurden 78 Patienten (13 (16,7%) Männer, mittleres Alter 31,2 ± 9 Jahre, und 65 (83,3%) Frauen, mittleres Alter 34,2 ± 12 Jahre), die mittels CTSy behandelt wurden, in die Studie inkludiert. Der Behandlungszeitraum erstreckte sich von 2017–2019, wobei zum Zeitpunkt der Datenerhebung die Intervention bei allen Patienten mindestens 12 Monate zurücklag.

Die Indikation zur Behandlung war eine primär fokale Hyperhidrosis palmaris Grad II und Grad III nach Ausschöpfen aller konservativen Behandlungsmöglichkeiten und weiterhin bestehender hoher Leidensdruck (► **Tab. 1**) [20].

► **Tab. 1** Schweregradeinteilung der Hyperhidrosis palmaris, modifiziert nach der S1-Leitlinie: Definition und Therapie der primären Hyperhidrose [20] und Gegenüberstellung mit der subjektiven Empfindung.

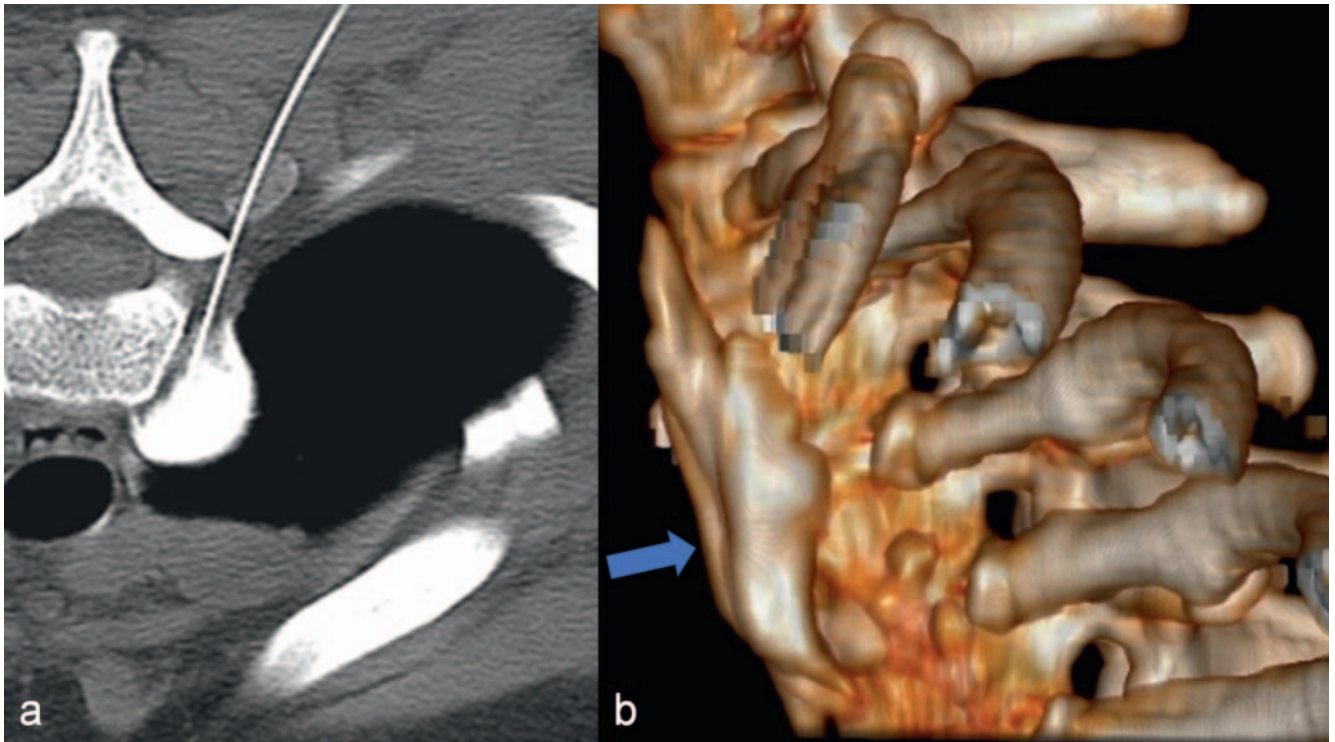
Schweregrad	Symptome	subjektive Empfindung
Grad I – leichte Hyperhidrose	deutlich vermehrte Hautfeuchtigkeit	keine bis diskrete Belastung im Alltag
Grad II – mäßig starke Hyperhidrose	Bildung von Schweißperlen	mäßige bis deutliche Belastung im Alltag
Grad III – starke Hyperhidrose	Schweißperlen tropfen ab, Schweißproduktion auch am Handrücken und den Fingern	starke Beeinträchtigung im Alltag (mit negativem Einfluss auf Beruf und soziale Kontakte)

Eine mögliche Störung der Blutgerinnungsfunktion oder etwaige Kontrastmittelunverträglichkeit wurden im Vorfeld abgeklärt und ausgeschlossen. Die Aufklärung über die Intervention erfolgte jeweils einige Tage zuvor.

Für die Intervention wurden die Patienten in Bauchlage im CT (GE Revolution EVO/64 Zeilen CT, Wauwatosa, WI, USA) positioniert. Es erfolgte dann in Low-dose-Technik eine kraniokaudale Spirale des Brustwirbelsäulenbereichs von BWK 1 bis BWK 4. Bei Bedarf wurde eine Sedierung mit 2 mg Midazolam durchgeführt. Nach Festlegung der Eingangsebene im axialen CT-Schnittbild, durchgeführter Hautdesinfektion und Lokalanästhesie erfolgte der dorsolaterale Eingang in Höhe des Zwischenwirbelraums von BWK 2/3. Eine 22G 10 cm lange Koaxialnadel (Chiba Biopsy Needle, COOK Medical, Bloomington, USA) wurde dann sukzessiv bis zum ventralen Drittel der lateralen Wirbelkörperbegrenzung vorgeschoben, wobei die Nadelspitze zwischen der Pleura parietalis, der Wirbelkörperkortikalis und dorsal der Trachea bzw. dem Ösophagus zu liegen kam (► **Abb. 1a**). Es wurden dann durchschnittlich 5 (2–10) ml eines Sympathikolytikumgemisches (10 ml bestehend aus 8 ml 96%igem Alkohol, 1,6 ml 0,5%igem Carbostesin und 0,4 ml 0,9%iger NaCl-Lösung mit KM-Beimengungen) injiziert. Während der Intervention wurde der unmittelbare Effekt der Sympathikolyse durch eine Temperaturmessung am Handrücken der entsprechenden Extremität mit einem Infrarotthermometer (BRAUN ThermoScan, Kronberg/Taunus, Deutschland) dokumentiert.

Nach durchgeführter Abschlussspirale mit koronarer und sagittaler Reformation sowie 3D-Rekonstruktion (► **Abb. 1b**) erfolgte die Ausmessung der Verteilung des Sympathikolytikumgemisches in kraniokaudaler Richtung (► **Abb. 2a, b**).

Um auf eine eventuelle Komplikation oder eine ungewollte Ausbreitung des Sympathikolytikums adäquat reagieren zu können, erfolgte nie ein einseitiges beidseitiges Vorgehen. Die Intervention der zweiten Seite erfolgte in einem zeitlichen Abstand von 1–4 Wochen, wobei alle Patienten im Verlauf auf beiden Seiten versorgt wurden. Bei 74 von 78 (94,9%) Patienten erfolgte die Sympathikolyse ambulant, bei 4 von 78 (5,1%) Patienten stationär. Nach der Intervention wurden die Patienten bei einer re-



► **Abb. 1** a Verteilung des 5ml-Medikamentengemisches paravertebral links in Höhe der Bogenwurzel von BWK 3 im axialen CT-Schnittbild. b Die 3D-Rekonstruktion zeigt die Ausdehnung des Sympathikolytikums in kranialer Richtung mit Ausläufer bis zur Deckplatte von BWK 1 und in kaudaler Richtung mit Ausläufer bis zur Grundplatte von BWK 3.

gelrechten Ausbreitung des Sympathikolytikums mit einem leicht angehobenen Oberkörper in Rückenlage im Bett positioniert. Bei einer ungewollten Verteilung des Medikamentengemisches erfolgte eine entsprechende Lagerung, um Nebenwirkungen zu minimieren. Nach einer 2-stündigen postinterventionellen Überwachung konnten die ambulant behandelten Patienten die Abteilung verlassen, die stationär versorgten Patienten am nächsten Tag.

Die Patienten evaluierten präinterventionell, 2 Tage postinterventionell, 6 sowie 12 Monate nach der Intervention das Beschwerdeempfinden anhand eines Dermatology Quality of Life Index (DLQI) [21]; dieses erfolgte jeweils während eines zuvor festgelegten ambulanten Termins in der Klinik. Hierbei konnten Gesamtwerte zwischen 0 und 30 Score-Punkten erreicht werden, wobei A: 0–1 = keine Auswirkung, B: 2–5 = geringe Auswirkung, C: 6–10 moderate Auswirkung, D: 11–20 = sehr große Auswirkung und E: 21–30 = extrem große Auswirkung auf das Leben/die Lebensqualität des Patienten bedeuteten. Zur Erfassung von Nebenwirkungen wurde nach einer Miosis, Ptosis, Dyspnoe, Neuralgie, Parästhesie, einem gustatorischen und kompensatorischen Schwitzen sowie Rezidivschwitzen untersucht und gefragt. Unter Berücksichtigung der CIRSE-Klassifikation wurden Komplikationen festgehalten [22]. Abschließend wurde nach der Zufriedenheit und der Bereitschaft, die Therapie wieder durchführen zu lassen, gefragt.

Die statistische Analyse wurde mit Prism 5 Software (GraphPad) durchgeführt. Als statistisches Testverfahren zur Prüfung der Unterschiede der DLQI-Werte im Verlauf wurde der Wilco-

xon-Rangsummentest für gepaarte Stichproben angewendet. Die statistische Signifikanz wurde mit \* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,005$  und \*\*\* $p < 0,0005$  gekennzeichnet.

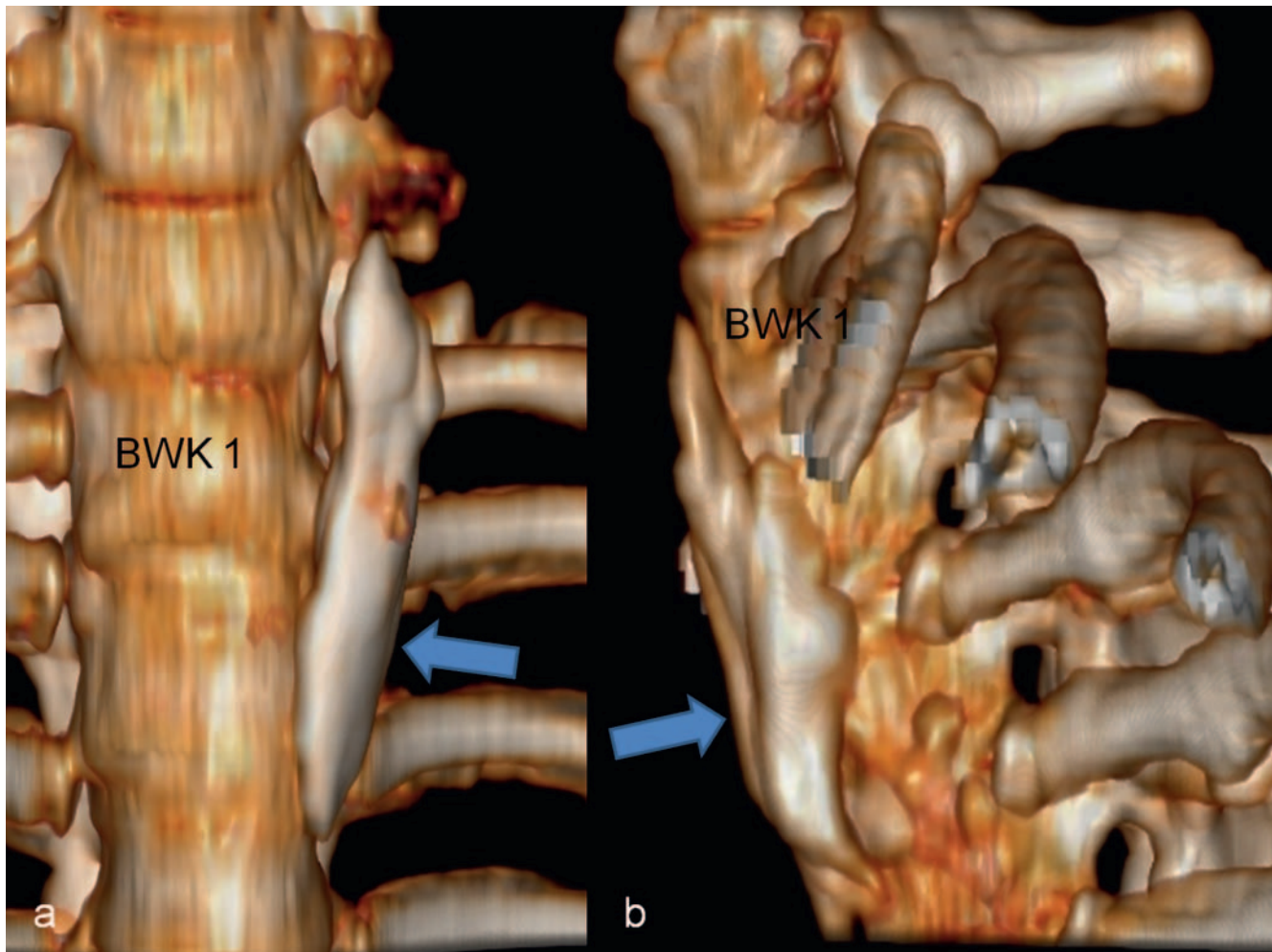
## Ergebnisse

Die technische Erfolgsrate der CTSy lag bei 100%. Alle Patienten entwickelten während der Intervention einen signifikanten Temperaturanstieg von 1–3 °C ( $p < 0,005$ ) am Handrücken der behandelten Seite. Die durchgeführten Interventionen führten zu einem signifikanten Rückgang ( $p < 0,001$ ) des präinterventionellen Beschwerdeempfindens 2 Tage, 6 und 12 Monate postinterventionell nach CTSy. Im Verlauf nach 6 und 12 Monaten zeigte sich ein rückläufiger Effekt, jedoch ohne das Niveau des präinterventionellen Beschwerdeempfindens zu erreichen (► **Abb. 3, 4**).

Es traten keine Major-Komplikationen, wie z. B. ein Pneumothorax, eine Blutung oder eine Infektion, auf. Unter Berücksichtigung der CIRSE-Klassifikation kam es zu keiner Komplikation oder Nebenwirkung, welche einer zusätzlichen oder weiteren Therapie bedurfte.

Als häufigste Nebenwirkung gaben 16/78 (20,5%) der Patienten im Verlauf ein kompensatorisches Schwitzen im Rumpfbereich an, dieses begann im Mittel 5 Wochen nach Intervention und war nach 6–12 Monaten wieder deutlich rückläufig. Bei all diesen Patienten lag das Sympathikolytikumvolumen unter 5 ml. Das Sympathikolytikum überschritt in keinem Fall die Grundplatte von BWK 3 nach kaudal.





► **Abb. 2** In der 3D-Rekonstruktion Darstellung des paravertebralen Sympathikolytikums mit einer Ausdehnung nach kranial bis zum oberen Drittel von HWK 7 und nach kaudal bis zur Deckplatte von BWK 4 **a** sowie nach kranial bis zum oberen Drittel von BWK 1 und nach kaudal bis zur Deckplatte von BWK 4 **b**.

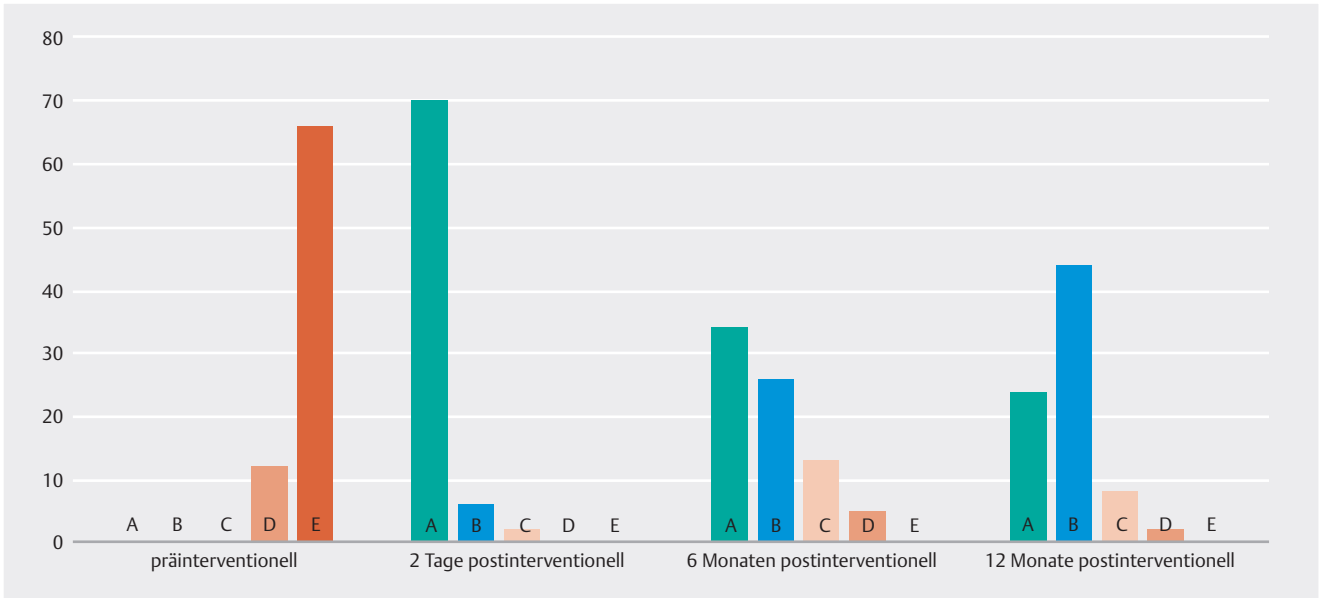
Eine passagere Miosis und/oder temporäre Ptosis fanden sich bei 8/78 (10,3%) Patienten, ein Vollbild eines Horner-Syndroms entwickelte sich bei keinem Patienten. Die Symptome bildeten sich innerhalb von 1 Woche wieder vollständig zurück. Bei all diesen Patienten lag das Sympathikolytikumvolumen über 5 ml und dehnte sich deutlich nach kranial oberhalb der Deckplatte von BWK 2 aus.

Ein leichtes bis mäßiges Rezidivschwitzen mit erneuten moderaten Auswirkungen auf das tägliche Leben entwickelte sich bei 35/78 (44,9%) Patienten, deutlicher bei applizierten Volumina des Sympathikolytikums unter 5 ml und links etwas ausgeprägter als rechts (► **Tab. 2**).

Ein nachhaltig positiver Effekt konnte über eine Zeitspanne von 12 Monaten gezeigt werden. Bei einer insgesamt hohen Zufriedenheit würden 71/78 (91,0%) Patienten die Intervention wieder durchführen lassen.

## Diskussion

Die CTSy des thorakalen Grenzstrangs gilt nach Ausschöpfung aller konservativen Maßnahmen als mögliche adjuvante Therapieoption bei der schweren, therapieresistenten primären Hyperhidrosis palmaris [20]. Mit der computertomografisch gestützten Einbringung gelingt es, eine reproduzierbare und exakte Applikation der neurolytischen Lösung am thorakalen Grenzstrang zu platzieren. Bei der Hyperhidrosis palmaris sollte die eingebrachte Nadelspitze paravertebral am ventrolateralen Wirbelkörperdrittel in Höhe von BWK 2/BWK 3 zu liegen kommen [18, 24], bei einer zusätzlichen Hyperhidrosis axillaris etwas weiter kaudal in Höhe von BWK 3 [24]. Als Sympathikolytikum kommen Phenol [17, 25] oder Alkohol [18, 24] zum Einsatz. Aufgrund der geringeren Phenolkonzentrationsverhältnisse sind jedoch Injektionen großer Volumina für effektvolle Sympathikolysen erforderlich [25], sodass heutzutage hochprozentige Alkoholinjektionen favorisiert werden [18, 24], um mit kleineren Volumina eine genauere Vertei-



► **Abb. 3** Hyperhidrosis-Entwicklung unter Berücksichtigung des Beschwerdeempfindens A bis E nach Auswertung des DLQI: (A entspricht 0–1 Score-Punkten = keine Auswirkung, B entspricht 2–5 Score-Punkten = geringe Auswirkung, C entspricht 6–10 Score-Punkten = moderate Auswirkung, D entspricht 11–20 Score-Punkten = sehr große Auswirkung und E entspricht 21–30 Score-Punkten = extrem große Auswirkung auf die Lebensqualität). Von präinterventionell zum 2. Tag postinterventionell kommt es zu einer Verschiebung zu Schweregraden nach links, welches Ausdruck einer deutlich verbesserten Lebensqualität ist. Im Verlauf entwickelt sich eine leichte Verschlechterung, bleibt jedoch auch nach 12 Monaten postinterventionell besser als die Beeinträchtigung präinterventionell.

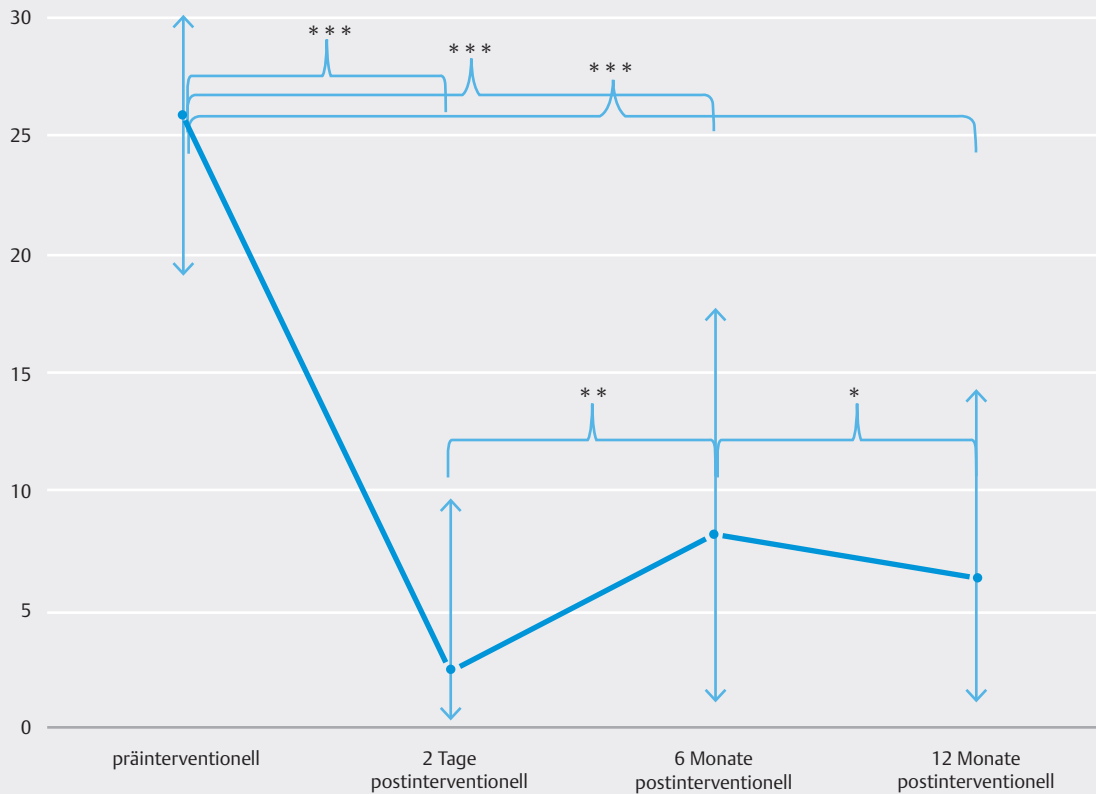
► **Tab. 2** Nebenwirkungsspektrum mit Angabe der relativen Häufigkeiten in Abhängigkeit von der Menge und der Verteilung des Sympathikolytikums.

Menge an Sympathikolytikum [ml]	Verteilung des Sympathikolytikums	Nebenwirkungen	relative Häufigkeit und Signifikanz der Nebenwirkungen [%]
>5	bis oberhalb der Grundplatte von BWK 1	passagere Miosis, temporäre Ptosis	10,3 (p < 0,05)
>5	von BWK 1-BWK 3	Dyspnoe	0
>5	bis zur Grundplatte von BWK 4	kompensatorisches Schwitzen	0
<5	maximal bis zur Grundplatte von BWK 3	kompensatorisches Schwitzen	20,5 (p < 0,05)
<5	BWK 2-BWK 3	Rezidivschwitzen	44,9 (p < 0,001) und li. > re. (p < 0,05)

lung am Sympathikus erreichen zu können. Es werden in der Regel zwischen 2 und 6 ml alkoholische Sympathikolytikumlösung appliziert [18, 24], wobei 2 ml bereits gute Effekte hinsichtlich einer Schweißreduktion zeigen [24]. Eine messbare lokale Temperaturerhöhung, die sich bei all unseren Patienten entwickelte, diente als objektives Zeichen einer erfolgreichen Sympathikolyse. Bei einer Menge des Sympathikolytikums > 5 ml und einer Verteilung nach kranial oberhalb der Grundplatte von BWK 1 entwickelten 10,3% der Patienten eine vorübergehende Miosis und Ptosis, als Ursache kommt hier eine akzidentelle Irritation durch ein Ödem oder direkte Schädigung der kaudalen Anteile des Ganglion cervicothoracicum infrage [26]. Eine Oberkörperhochlage unmittelbar nach der Intervention vermeidet eine weitere Ausbreitung des Sympathikolytikums nach kranial und minimiert die Irritation des Ganglion cervicothoracicum [18].

Bei unseren Patienten fand sich ein kompensatorisches Schwitzen in unterschiedlichem Ausmaß mit einer Inzidenz von insgesamt 20,5%, demgegenüber fanden Brock et al. [24] 16% und Scheer et al. [18] 38,9%.

Das mit 20,5% häufigste kompensatorische Schwitzen fand sich bei einer Menge des Sympathikolytikums < 5 ml und einer Ausdehnung nicht weiter kaudal als die Grundplatte von BWK 3. Demgegenüber fand sich bei einer Menge des Sympathikolytikums > 5 ml und Ausdehnung nach kaudal bis zur Grundplatte von BWK 4 eine Häufigkeit von 0%. Dieses findet sich in Analogie auch bei der thorakoskopischen Sympathektomie, eine Behandlung in Höhe von Th 2 führt zu einer höheren Rate an kompensatorischem Schwitzen als eine Behandlung in Höhe von Th 3 [27]. Zur Minimierung des kompensatorischen Schwitzens sollte, unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse, in Zukunft das Sympathiko-



► **Abb. 4** Zeitliche Entwicklung des mittleren DLQI nach thorakaler Sympathikolyse. Es zeigt sich eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität über den gesamten beobachteten Zeitraum (\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,005$ ; \*\*\* $p < 0,0005$ ). Nach 6 Monaten entwickelt sich im Mittel eine moderate Verschlechterung der DLQI-Werte; dieses ist überwiegend bedingt durch ein kompensatorisches Schwitzen am Körperstamm. Nach 12 Monaten entwickelt sich eine leichte Verbesserung der DLQI-Werte; dieses ist bedingt durch ein Nachlassen des kompensatorischen Schwitzens am Körperstamm, wobei jetzt das Rezidivschwitzen an den Händen mit einer moderaten Beeinträchtigung im Vordergrund steht, jedoch deutlich und signifikant geringer ausfällt als vor der Behandlung.

lytikum mit einer Menge von gut 5 ml nicht in Höhe von BWK 2/ BWK 3, sondern eine halbe Wirbelkörperhöhe weiter kaudal appliziert werden. Außerdem verringert sich hierdurch der nach kranial aufsteigende Anteil des Sympathikolytikums, was die Wahrscheinlichkeit einer Irritation des Ganglion cervicothoracicum reduzieren kann.

Im Verlauf von 12 Monaten zeigte sich mehrheitlich ein Nachlassen des Sympathikolytikumeffekts mit einer relativen Häufigkeit des Rezidivschwitzens von 44,9%, allerdings fiel das DLQI-Niveau in keinem Fall nach vorheriger Besserung auf das Ausgangsniveau zurück. Keiner unserer Patienten entschied sich trotz des Effekterlustes für eine erneute Sympathikolyse; sie waren mit dem erreichten Ergebnis ausreichend zufrieden und benötigten für eine optimale Ausschöpfung ihrer Lebensqualität keine Reintervention. Das Rezidivschwitzen fand sich auffällig häufig bei applizierten Mengen an Sympathikolytikum  $< 5$  ml und einer Verteilung zwischen BWK 2 und BWK 3 sowie an der linken Hand ausgeprägter als an der rechten. Ursächlich für das Rezidivschwitzen bei insbesondere geringeren Mengen an Sympathikolytikum erscheint eine mögliche Regeneration der Nerven zu sein [18]. Des Weiteren kommen nervalen Kurzschlüssen, mit variablen Anteilen zwischen den 1. und 4. Interkostalnerven, welche das 2. und 3. sympathi-

sche Ganglion bis hin zum Plexus brachialis überbrücken, eine große Bedeutung zu [28]. Da diese Nervenbahnen aufgrund eines mittleren Abstands  $> 7$  mm vom Grenzstrang durch das Sympathikolytikum oder eine Sympathektomie meist nur peripher oder gar nicht erfasst werden, können sie zu einem Rezidivschwitzen beitragen [18, 29]. Eine stärkere und häufigere Ausprägung des Kuntz'schen Nerven [30] als variable neurale Verbindung zwischen dem 1. und 2. Ramus ventralis der Spinalnerven 1 und 2 proximal des Abgangs des Plexus brachialis auf der linken Seite [31] ist eine mögliche Erklärung für ein ausgeprägteres Rezidivschwitzen bei unseren Patienten auf der linken Seite. Nach CTSy ist Rezidivschwitzen etwas häufiger und ausgeprägter als nach einer videothorakoskopischen Sympathektomie (VATS) [32]. Demgegenüber zeigen sich jedoch höhere Major-Komplikationen, wie z. B. Pneumothorax und Schmerzen nach Thorakotomie bei der VATS [32]. Beide Verfahren stellten für Patienten mit schwerer Hyperhidrosis palmaris eine minimalinvasive Therapieoption mit gutem, nachhaltigem und weitgehend gleichwertigem Benefit dar [18, 32, 33]. Ein wesentlicher weiterer Vorteil der CTSy gegenüber der VATS ist jedoch, dass sie ambulant unter Vermeidung von Vollnarkose sowie Bettlägerigkeit durchgeführt werden und beliebig wiederholt werden kann und somit als Methode zu favorisieren ist.

## Schlussfolgerung

Die CTSy stellt für Patienten mit primärer fokaler Hyperhidrosis palmaris nach Ausschöpfung aller konservativer Maßnahmen eine nebenwirkungsarme Therapieoption mit gutem Benefit dar. Die Menge und die räumliche Verteilung des Sympathikolytikums haben einen deutlichen Einfluss auf den therapeutischen Effekt und die Nebenwirkungen.

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Hornberger J, Grimes K, Naumann M et al. Recognition, diagnosis and treatment of primary focal hyperhidrosis. *J Am Acad Dermatol* 2004; 51: 274–286
- [2] Walling HW. Clinical differentiation of primary from secondary hyperhidrosis. *J Am Acad Dermatol* 2011; 64: 690–695
- [3] Wolosker N, Krutman M, Kauffman P et al. Effectiveness of oxybutynin for treatment of hyperhidrosis in overweight and obese patients. *Rev Assoc Med Bras* (1992) 2013; 59: 143–147
- [4] Nawrocki S, Cha J. The etiology, diagnosis, and management of hyperhidrosis: A comprehensive review: Etiology and clinical work-up. *J Am Acad Dermatol* 2019; 81: 657–666
- [5] Estevan FA, Wolosker MB, Wolosker N et al. Epidemiologic analysis of prevalence of the hyperhidrosis. *An Bras Dermatol* 2017; 92: 630–634
- [6] Hashmonai M, Assalia A, Kopelman D. Thoracoscopic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *Surg Endosc* 2001; 45: 435–441
- [7] Strutton DR, Kowalski JW, Glaser DA et al. US prevalence of hyperhidrosis and impact on individuals with axillary hyperhidrosis: results from a national survey. *J Am Acad Dermatol* 2004; 51: 241–248
- [8] Lucas A, Rolland Y, Journeaux N et al. Computed tomography guided thoracic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. *J Cardiovasc Surg* 1998; 39: 387–389
- [9] Lima SO, Aragão JF, Machado Neto J et al. Research of primary hyperhidrosis in students of medicine of the State of Sergipe, Brazil. *An Bras Dermatol* 2015; 90: 661–665
- [10] Adar R. Surgical treatment of palmar hyperhidrosis before thoracoscopy: experience with 475 patients. *Eur J Surg* 1994; 572: 9–11
- [11] Tabet JC, Bay JW, Magdinec M. Essential hyperhidrosis. *Current therapy. Cleveland Clin Q* 1986; 53: 83–88
- [12] Kaufmann H, Saadia D, Polin C et al. Primary hyperhidrosis: Evidence for autosomal dominant inheritance. *Clin Auton Res* 2003; 13: 96–98
- [13] Connolly M, De Berker D. Management of primary hyperhidrosis – a summary of the different treatment modalities. *Am J of Clin Dermatol* 2003; 4: 681–697
- [14] Krogstad AL, Skymne BS, Goran-Pegenius BS et al. Evaluation of objective methods to diagnose palmar hyperhidrosis and monitor effects of botulinum toxin treatment. *Clin Neurophysiol* 2004; 115: 1909–1916
- [15] Little AG. Video-assisted thoracic surgery sympathectomy for hyperhidrosis. *Arch Surg* 2004; 139: 586–589
- [16] Milanez de Campos JR, Kauffman P, Gomes O Jr et al. Video-assisted thoracic sympathectomy for hyperhidrosis. *Thorac Surg Clin* 2016; 26: 347–358
- [17] Adler OB, Engel A, Rosenberger A et al. Palmar Hyperhidrosis: CT guided chemical percutaneous thoracic sympathectomy. *Fortschr Röntgenstr* 1990; 153: 400–403
- [18] Scheer F, Wins A, Kamusella P et al. [Clinical importance of CT-assisted sympathectomy in primary, focal plantar and palmar hyperhidrosis]. *Fortschr Röntgenstr* 2012; 184: 624–628
- [19] García-Barquín P, Aquerreta Beola JD, Bondía Gracia JM et al. Percutaneous CT-guided sympathectomy with radiofrequency for the treatment of palmar hyperhidrosis. *J Vasc Interv Radiol* 2017; 28: 877–885
- [20] Rzyany B, Bechara FG, Feise K et al. Update of the S1 guidelines on the definition and treatment of primary hyperhidrosis. *JDDG* 2018; 16: 945–952
- [21] Finlay AY, Khan GK. Dermatology Life Quality Index (DLQI) – a simple practical measure for routine clinical use. *Clin Exp Dermatol* 1994; 19: 210–216
- [22] Filippidis DK, Binkert C, Pellerin O et al. Cirse Quality Assurance Document and Standards for Classification of Complications: The Cirse Classification System. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2017; 40: 1141–1146
- [23] Solish N, Bertucci V, Dansereau A et al. A comprehensive approach to the recognition, diagnosis, and severity-based treatment of focal hyperhidrosis: recommendations of the Canadian Hyperhidrosis Advisory Committee. *Dermatol Surg* 2007; 33: 908–923
- [24] Brock M, Frangakis C, Georgiades CS. CT-guided, percutaneous ethanol sympathectomy for primary hyperhidrosis. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2018; 41: 477–482
- [25] Dreyfus A, Fondras JC, Loubrieu G et al. [Thoracic sympathectomy by phenol injection under x-ray computed tomography. Two initial results]. *Agressologie* 1990; 31: 210–211
- [26] Noppen M, Herregodts P, D'Haese J. A simplified T2-T3 thoracoscopic sympathectomy technique for the treatment of essential hyperhidrosis: short-term results in 100 patients. *J Laparoendoscopic Surg* 1996; 6: 151–159
- [27] Baumgartner FJ, Reyes M, Sarkisyan GG et al. Thoracoscopic sympathectomy for disabling palmar hyperhidrosis: a prospective randomized comparison between two levels. *Ann Thorac Surg* 2011; 92: 2015–2019
- [28] Won HJ, Choi HS, Park KH. Anatomic variations of the intrathoracic nerves and the neural connections of the second and third thoracic sympathetic ganglia to the brachial plexus. *Clin Anat* 2020 [published online ahead of print]
- [29] Chung IH, Oh CS, Koh KS et al. Anatomic variations of the T2 nerve root (including the nerve of Kuntz) and their implications for sympathectomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123: 498–501
- [30] Kuntz A. Distribution of the sympathetic rami to the brachial plexus: its relation to sympathectomy affecting the upper extremity. *Arch Surg* 1927; 15: 871–877
- [31] Ramsaroop L, Partab P, Singh B et al. Thoracic origin of a sympathetic supply to the upper limb: the 'nerve of Kuntz' revisited. *J Anat* 2001; 199: 675–682
- [32] Andresen JR, Scheer F, Schlöricke E et al. CT-guided thoracic sympathectomy versus video-assisted thoracoscopic sympathectomy in the therapeutic concept of severe primary palmar hyperhidrosis. *Innov Surg Sci* 2020; 5: 254
- [33] Vanderhelst E, De Keukeleire T, Verbanck S et al. Quality of life and patient satisfaction after video-assisted thoracic sympathectomy for essential hyperhidrosis: a follow-up of 138 patients. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2011; 21: 905–909