

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaufferkrankungen

**EPU-Corner: Stereotaktische
Arrhythmie-Radioablation (STAR) als
Bailout-Strategie für ventrikuläre
Arrhythmien in einem tertiären
Herzzentrum – ein Fallbericht**

Gölly KI, Seiß L

Manninger-Wünscher M

Langsenlehner T, Rohrer U

Winkler P, Eberl A-S, Fuchsjäger M

Zirlik A, Brunner TB, Scherr D

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2026; 33

(5-6), 120-123

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Stereotaktische Arrhythmie-Radioablation (STAR) als Bailout-Strategie für ventrikuläre Arrhythmien in einem tertiären Herzzentrum – ein Fallbericht

K. I. Göllly¹, L. Seiß², M. Manninger-Wünscher¹, T. Langsenlehner²,
U. Rohrer¹, P. Winkler², A.-S. Eberl¹, M. Fuchsjäger³, A. Zirlik¹, T. B. Brunner², D. Scherr¹

Aus der ¹Klinischen Abteilung für Kardiologie, Universitätsklinik für Innere Medizin, der ²Universitätsklinik für Strahlentherapie-Radioonkologie und der ³Universitätsklinik für Radiologie, Medizinische Universität Graz

■ Einleitung

Ventrikuläre Tachykardien (VT) sind lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen, die in 90 % der Fälle als Komplikation einer strukturellen Herzerkrankung resultieren. Die Therapiepfiler bestehen aus konservativer Behandlung der Herzinsuffizienz und Grunderkrankung, Prävention des plötzlichen Herztodes mittels implantierbarem Kardioverter-Defibrillator (ICD), sowie einer multimodalen Rhythmusbehandlung, bestehend aus antiarrhythmischen Medikamenten und Katheterablation [1]. Die Erfolgchancen einer Katheterablation variieren je nach Genese von 36–67 % bei nicht-ischämischer Kardiomyopathie (NICM) bis 56–77 % bei ischämischer Kardiomyopathie (ICM) [2–4].

Als invasive Bailout-Strategie gilt die thorakoskopische Sympathektomie [1, 5–7], während sich in den letzten Jahren die stereotaktische Arrhythmie-Radioablation (STAR) als neue und nicht-invasive Therapieoption etabliert hat. Erste Patienten in Europa wurden im Rahmen von Studien und prospektiven Registern behandelt [8]. Der Wirkmechanismus und die Auswirkungen von STAR auf das Myokard sind noch nicht gänzlich geklärt, weshalb STAR zum aktuellen Zeitpunkt lediglich als Bailout-Strategie eingesetzt wird.

Durchführung der STAR

Voraussetzung zur Anwendung der STAR ist eine möglichst präzise Lokalisierung des ursächlichen arrhythmogenen Substrats. Dies kann mittels intrakardialen Mapping im Rahmen einer elektrophysiologischen Untersuchung sowie durch Darstellung von Narbengewebe in kardialer Bildgebung in Kombination mit der QRS-Morphologie der VT im 12-Kanal-EKG erfolgen [9]. Gemeinsam mit Strahlentherapeuten wird dann auf Basis dieser Daten das Zielvolumen festgelegt. Die Bestrahlung selbst erfolgt einmalig mit einer Dosis von 25 Gy. Im Bereich der Herzklappen sowie strahlensensibler Organe wird die Dosis entsprechend reduziert. Eine Sedierung ist dabei nicht erforderlich.

■ Erfahrung in Graz

Bisher wurden in Graz vier Patienten in interdisziplinärer Zusammenarbeit der Fachbereiche Kardiologie, Radiologie und Strahlentherapie behandelt. In allen Fällen kam es trotz ausgeschöpfter konventioneller Therapieoptionen, bestehend aus einer maximal tolerierten antiarrhythmischen Therapie (Bisoprolol, Amiodaron und Mexiletin), optimierter Herzinsuffizienz-Therapie und mehrfacher Katheterablation, zu rezidivierenden VTs.

Tabelle 1: Klinische Ausgangssituation der Patienten vor STAR bei VT (*zum Zeitpunkt der Bestrahlung)

Pat. Nr.	Alter*	Geschlecht	Ätiologie	LVEF*	Komorbiditäten
1	66	Männlich	NICM (NYHA III) CRT-D seit 2022 3 Katheterablationen St. p. elektrischer Sturm	50 %	Vorhofflattern, arterielle Hypertonie, COPD, chronischer Nikotinabusus
2	76	Männlich	ICM KHK III (NYHA III) CABG 2008 CRT-D seit 2012 2 Katheterablationen St. p. elektrischer Sturm	25 %	Vorhofflimmern, arterielle Hypertonie, chron. Nikotinabusus, Hyperlipidämie, abdominelles Aortenaneurysma, chronische Niereninsuffizienz III
3	68	Männlich	ICM, KHK II ICD seit 2014 2 Katheterablationen St. p. elektrischer Sturm	17 %	Vorhofflimmern, paVK, COPD IV, infrarenales Bauchortenaneurysma, latente Hypothyreose, chronische Niereninsuffizienz III, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus Typ 2, St.p. TIA, St.p. PAE, St.p. ARDS
4	78	Männlich	ICM, KHK III ICD seit 2021 2 Katheterablationen CABG 2002, RCA-PCI und DES-Implant 2023	26 %	Hyperlipidämie, chronische Niereninsuffizienz IIIb, TEA Carotis + Patch, St. p. Prostatakarzinom, St. p. pulslose VT (ROSC)

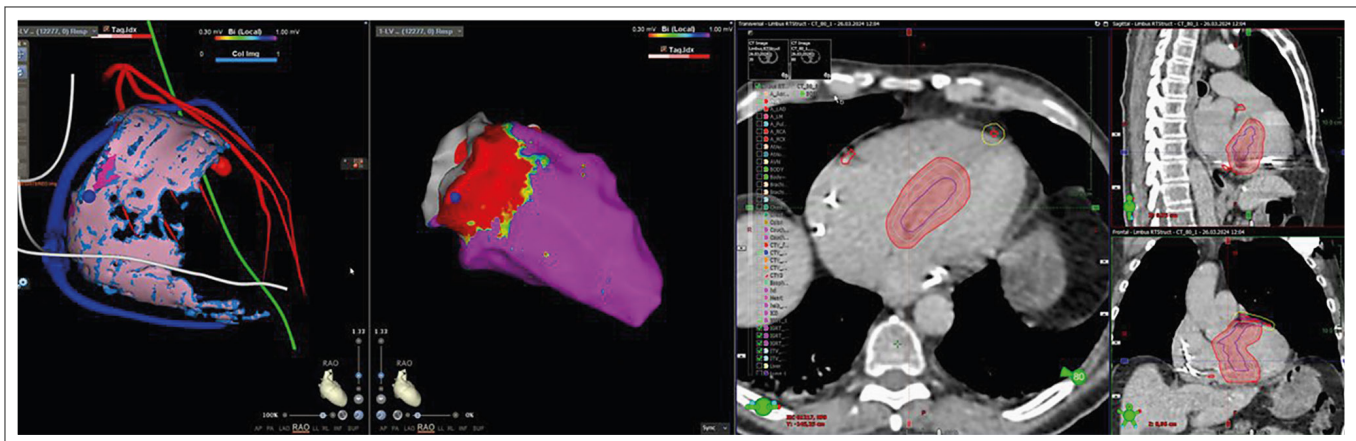


Abbildung 1: Prozedurplanung mit Festlegung des Zielvolumens. **Links:** 3D-Rekonstruktion des „late iodine“-CTs mit Darstellung der septalen Narbe (rosa) (Farbkodierte Linien markieren anatomische Landmarken: rot = Koronararterien, blau = Koronarvenen, grau = CRT-Elektroden, grün = N. phrenicus). **Mitte:** Endokardiales Voltage-Map: Violett markiert ist funktionell unauffälliges Myokard, Narbenareale (low-voltage-Areale) erscheint rot (Voltage-Grenzen: 0,3-1 mV). **Rechts:** CT-basierte Darstellung der Dosisverteilung im Bereich des linken Ventrikels in axialer, sagittaler und koronarer Ansicht: Die Konturen zeigen das Clinical Target Volume (CTV, arrhythmogenes Substrat) in blau, das Internal Target Volume (ITV, inklusive Bewegungen) in grau und das Zielvolumen (Planning Target Volume, PTV, inklusive Sicherheitsrand) als rot schattierte Fläche.

Grundsätzlich wiesen alle behandelten Patienten eine längere kardiale Vorgeschichte auf und zeigten mit dem elektrischen Sturm die Maximalausprägung ventrikulärer Arrhythmien. In allen Fällen war die VT gegenüber konventionellen Maßnahmen und wiederholten Katheterablationen therapieresistent. Der Ablauf der Bestrahlung, von der Planung bis zur Durchführung, ist ebenso bei allen vier Patienten vergleichbar.

In diesem Artikel wird die Historie des ersten behandelten Patienten beispielhaft näher beschrieben, weiterführende Informationen zu allen vier Patienten finden sich in Tabelle 1.

■ Fallbericht

Ein 66-jähriger Patient mit postmyokarditischer Kardiomyopathie stellte sich im Dezember 2021 aufgrund erstmals auftretender hämodynamisch wirksamer VTs vor. Zur Sekundärprävention des plötzlichen Herztods erhielt er im April 2022 einen CRT-D, eine antiarrhythmische Therapie (Bisoprolol) und eine optimierte Herzinsuffizienztherapie. Ein Jahr nach CRT-D-Implantation kam es im April 2023 bereits zur ersten Schockabgabe infolge neuerlich aufgetretener, hämodynamisch relevanter, monomorpher VTs mit einer Frequenz von 195/min. Die medikamentöse Therapie wurde daraufhin um Amiodaron erweitert. Kurz darauf präsentierte sich der Patient im Rahmen eines elektrischen Sturms mit gehäuft auftretenden, monomorphen und hämodynamisch relevanten VTs und Schockabgaben. Die Situation ließ sich kurzfristig mit intravenöser Gabe von Ländiolol und Ajmalin auf der kardiologischen Intensivstation stabilisieren. Zur langfristigen Rhythmusstabilisierung wurde eine Katheterablation geplant und im August 2023 durchgeführt. Entsprechend der Evidenzlage bei NICM erfolgte der Eingriff über einen endokardialen und epikardialen Zugang.

Nach primär erfolgreicher Ablation wurde der Patient im Laufe der folgenden Monate noch mehrfach mit VT-Rezidiven vorstellig, weshalb zwei weitere Katheterablationen durchgeführt wurden. Aufgrund epikardialer Verwachsungen konnten diese jedoch nur noch rein endokardial erfolgen. Da sich die Arrhythmien weiterhin therapierefraktär zeigten und das epikardiale Substrat nun mittels Katheterablation nicht mehr

zugänglich war, wurde dem Patienten die stereotaktische Radioablation als alternative Therapieoption vorgeschlagen.

Nach ausführlichem Gespräch und Einholung der Einverständniserklärung wurde der Patient im März 2024 für die Bestrahlung vorbereitet. Auf Basis der elektrophysiologischen Untersuchung (intrakardiales Mapping) sowie der kardialen Bildgebung (Cardiac CT) erfolgte die Definition des Zielvolumens (siehe Abbildung 1). Die Bestrahlung wurde bei vollem Bewusstsein mit einer Einzeldosis von 25 Gy komplikationslos durchgeführt. Bereits am Folgetag konnte der Patient nach postinterventioneller intensivmedizinischer Überwachung auf die Bettenstation verlegt und nach weiteren drei Tagen in stabilem Zustand nach Hause entlassen werden. Die antiarrhythmische Medikation mit Amiodaron und Bisoprolol wurde vorerst fortgesetzt.

In den Nachkontrollen präsentierte sich der Patient in gutem Allgemeinzustand sowie symptom- und arrhythmiefrei. Im Nachsorge-CT zeigte sich eine minimale Zeichnungsvermehrung parakardial links, was angesichts der vorliegenden Anamnese mit einer Strahlenpneumonitis vereinbar ist. Nach erfolgter STAR war der Patient über einen Zeitraum von 3,5 Monaten nachweislich arrhythmiefrei. Am 13.07.2024 verstarb er dann leider im Rahmen eines Autounfalls, wobei sich kein Hinweis auf eine Arrhythmie zeigte.

■ Diskussion

Die STAR stellt eine neue Bailout-Strategie bei Patienten mit therapierefraktären ventrikulären Arrhythmien dar. Sie ist nicht-invasiv und ermöglicht die gezielte Behandlung von Arealen im Myokard, die durch konventionelle Katheterablation entweder nicht erreicht werden können oder aufgrund medizinischer Kontraindikationen nicht zugänglich sind. Zudem erlaubt die STAR eine transmurale Behandlung, die mittels Katheterablation oft nicht möglich ist [10].

Im vorgestellten Fall zeigte sich über einem Zeitraum von 3,5 Monaten eine vollständige Arrhythmiefreiheit. Die Datenlage hinsichtlich Rezidivraten und 1-Jahres-Überleben aus pros-

pektiven Registern ist insgesamt heterogen, eine randomisierte kontrollierte Studie zum direkten Vergleich liegt derzeit nicht vor [11]. Internationale Registerdaten und Metaanalysen deuten auf eine deutliche Reduktion der ventrikulären Arrhythmiebelastung nach STAR hin, teils mit einer bis zu zehnfachen Abnahme von VT-Episoden bzw. ICD-Therapien. Gleichzeitig bleibt eine vollständige und dauerhafte Remission die Ausnahme: Innerhalb von sechs Monaten werden VT-Rezidive bei etwa 53 % der Patienten berichtet und bei rund 30 % werden erneut ICD-Schockabgaben notwendig [12–14].

Die Mortalität des behandelten Kollektivs ist hoch und reflektiert die erhebliche kardiale Vorerkrankung der Patienten. In Metaanalysen wird eine 1-Jahres-Mortalität von etwa 28–32 % sowie eine 2-Jahres-Mortalität von rund 43 % beschrieben. Die Todesursachen sind überwiegend durch die zugrunde liegende strukturelle Herzerkrankung bzw. die fortgeschrittene Herzinsuffizienz bedingt, sodass eine eindeutige Zuordnung zur STAR meist nicht möglich ist [12].

Die Interpretation dieser Daten muss jedoch im Kontext methodischer Limitationen erfolgen, da die meisten publizierten Ergebnisse auf unkontrollierten Studien beruhen. Vor allem besteht die Möglichkeit eines „survivor bias“, da frühe Todesfälle die spätere Ereignisanalyse beeinflussen und nicht immer vollständig berücksichtigt werden. Eine Reduktion der Gesamtmortalität durch STAR konnte bis dato nicht gezeigt werden, so dass der derzeit belegte Effekt primär in einer Reduktion der Arrhythmiebelastung liegt [11, 13].

Der genaue Wirkmechanismus der STAR ist nicht abschließend geklärt. Während initial angenommen wurde, dass die antiarrhythmische Wirkung primär durch strahleninduzierte Fibrose entsteht, sprechen klinische Beobachtungen für einen teilweise deutlich früheren Wirkungseintritt. Da relevante Fibroseprozesse typischerweise erst nach mehreren Monaten auftreten, werden zusätzlich funktionelle elektrophysiologische Veränderungen diskutiert. Experimentelle und klinische Daten beschreiben frühe Modulationen der Erregungsleitung, Veränderungen der Zell-Zell-Kopplung sowie eine Verlängerung der Refraktärzeiten [15, 16]. Die zeitliche Dynamik des Wirkungseintritts bleibt nicht zuverlässig vorhersagbar [13].

Die Definition des Zielvolumens stellt einen komplexen, interdisziplinären Prozess dar und ist maßgeblich für den Therapieerfolg bzw. die Reduktion von unerwünschten strahlungsbedingten Schäden [17]. Einheitliche Standards existieren bislang nicht. Aktuelle technische Entwicklungen zielen

darauf ab, kardiale und respiratorische Bewegungen präzise zu berücksichtigen, um das Zielgebiet exakt zu erfassen und umliegende Strukturen zu schonen [9].

Hinsichtlich der Sicherheit wurden neben pulmonalen und perikardialen Ereignissen auch potenzielle Spätkomplikationen wie progrediente Klappenvitien und Herzinsuffizienz sowie seltene fistelartige Veränderungen beobachtet [12, 13]. Eine Spättoxizität über mehr als zwei Jahre hinaus kann derzeit nicht ausgeschlossen werden, da belastbare Langzeitdaten limitiert sind. Entsprechend empfehlen aktuelle Publikationen eine strukturierte und engmaschige Nachsorge, um strahlenassoziierte Nebenwirkungen frühzeitig zu erkennen [14].

Ein potenzieller Vorteil der STAR liegt in der einmaligen Applikation ohne Notwendigkeit einer Sedierung. Dadurch erscheint das Verfahren im Vergleich zu wiederholten Katheterablationen sowohl patientenschonend als auch möglicherweise kosteneffizienter [12]. Im Gegensatz zur Katheterablation, deren Wirksamkeit und Sicherheit durch langjährige randomisierte klinische Studien belegt sind, fehlen für die STAR derzeit robuste kontrollierte Daten zur langfristigen Effektivität und Sicherheit.

Angesichts dieser Situation bleibt die STAR derzeit eine potenziell effektive palliative Bailout-Strategie für austherapierte Patienten mit lebensbedrohlicher VT, deren Einsatz spezialisierten tertiären Zentren mit interdisziplinärer Expertise vorbehalten sein sollte.

■ Fazit

Die STAR ist eine vielversprechende Behandlungsmethode, die für Patienten mit therapierefraktärer VT eingesetzt wird, jedoch bisher nicht für andere Rhythmusstörungen geeignet ist.

Die Behandlung austherapierter Patienten sollte ausschließlich in spezialisierten tertiären Herzzentren erfolgen, wobei ein interdisziplinärer Ansatz die enge Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen sicherstellt.

Zum aktuellen Zeitpunkt ist die STAR ausschließlich als Bailout-Strategie anzuwenden. Ist eine STAR indiziert, so ist eine umfassende Aufklärung der Patienten über alle verfügbaren Behandlungsoptionen, Risiken und zu erwartenden Ergebnisse sicherzustellen. Nach dem Eingriff ist eine optimale und engmaschige Nachsorge erforderlich.

Literatur:

- Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, Winkel BG, Behr ER, Blom NA, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J* 2022; 43: 3997–4126.
- Dinov B, Fiedler L, Schönbauer R, Bollmann A, Rolf S, Piorkowski C, et al. Outcomes in catheter ablation of ventricular tachycardia in dilated nonischemic cardiomyopathy compared with ischemic cardiomyopathy: results from the Prospective Heart Centre of Leipzig VT (HELP-VT) Study. *Circulation* 2014; 129: 728–36.
- Tung R, Vaseghi M, Frankel DS, Vergara P, Di Biase L, Nagashima K, et al. Freedom from recurrent ventricular tachycardia after catheter ablation is associated with improved survival in patients with structural heart disease: an International VT Ablation Center Collaborative Group study. *Heart Rhythm* 2015; 12: 1997–2007.
- Deneke T, Bosch R, Deisenhofer I, Eckardt L, Schmidt B, Sommer P. Empfehlung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zur Katheterablation ventrikulärer Arrhythmien. *Kardiologie* 2021; 15: 38–56.
- Manninger-Wünscher M, Rohrer U, Toller W, Maier A, Theuermann C, Bisping E, et al. EPU-Corner: Sympathektomie als Bailout-Therapie bei elektrischem Sturm. *J Kardiologie* 2019; 26: 332–3.
- Shweikani A, Shuaib MH, von Weihe S, Pawelzik M, Kugler C. Bilaterale Sympathektomie: seltene Therapieoption bei refraktärer ventrikulärer Tachykardie. In: DACH-Jahrestagung Thoraxchirurgie; 29.09.–01.10.2019; Salzburg. Georg Thieme Verlag, Stuttgart; 2019.
- Bains K, Janfaza D, Flaherty D, Zeballos J, Halawa A, Tedrow U, Vlassakov K. Sympathetic blockade for the management of refractory ventricular tachycardia: a case report. *A A Pract* 2021; 15: e01456.
- Grehn M, Mandija S, Miszczyk M, Krug D, Tomasik B, Stickney KE, et al. Stereotactic arrhythmia radioablation (STAR): the Standardized Treatment and Outcome Platform for Stereotactic Therapy Of Re-entrant tachycardia by a multidisciplinary consortium (STOPSTORM.eu) and review of current patterns of STAR practice in Europe. *Europace* 2023; 25: 1284–95.
- Cuculich PS, Schill MR, Kashani R, Mutic S, Lang A, Cooper D, et al. Noninvasive cardiac radiation for ablation of ventricular tachycardia. *N Engl J Med* 2017; 377: 2325–36.
- Loo BW, Soltys SG, Wang L, Lo A, Fahimian BP, Iagaru A, et al. Stereotactic ablative radio-

therapy for the treatment of refractory cardiac ventricular arrhythmia. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2015; 8: 748–50.

11. Miszczyk M, Hoeksema WF, Kuna K, Blamek S, Cuculich PS, Grehn M, et al. Stereotactic arrhythmia radioablation (STAR) – a systematic review and meta-analysis of prospective trials on behalf of the STOPSTORM.eu consortium. *Heart Rhythm* 2025; 22: 80–9.

12. Wei C, Boeck M, Qian PC, Vivenzio T, Elizee Z, Bredfeldt JS, et al. Cost of cardiac stereotactic body radioablation therapy versus catheter ablation for treatment of ventricular tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol* 2022; 45: 1124–31.

13. Gupta A, Sattar Z, Chaaban N, Ranka S, Carlson C, Sami F, et al. Stereotactic cardiac radiotherapy for refractory ventricular tachycar-

dia in structural heart disease patients: a systematic review. *Europace*. 2024; 26:eua305.

14. Hašková J, Wichterle D, Kautzner J, Šramko M, Peichl P, Eng LK, et al. Efficacy and safety of stereotactic radiotherapy in patients with recurrent ventricular tachycardias: the Czech experience. *JACC Clin Electrophysiol* 2024; 10: 654–66.

15. Kučera T, Jedličková K, Šramko M, Peichl P, Cvek J, Knybel L, et al. Inflammation and fibrosis characterize different stages of myocardial remodeling in patients after stereotactic body radiotherapy of ventricular myocardium for recurrent ventricular tachycardia. *Cardiovasc Pathol*. 2023; 62:107488.

16. Robinson CG, Samson PP, Moore KMS, Hugo GD, Knutson N, Mutic S, et al. Phase I/II trial of electrophysiology-guided noninvasive cardiac

radioablation for ventricular tachycardia. *Circulation*. 2019; 139:313–21.

17. Krug D, Blanck O, Andratschke N, Guckenberger M, Jumeau R, Mehrhof F, et al.

Recommendations regarding cardiac stereotactic body radiotherapy for treatment refractory ventricular tachycardia. *Heart Rhythm* 2021; 18: 2137–45.

Korrespondenzadresse:

Univ.-Prof. Dr. Daniel Scherr

Professor für kardiale Elektrophysiologie

Klinische Abteilung für Kardiologie

Universitätsklinik für Innere Medizin

Medizinische Universität Graz

A-8036 Graz

Auenbruggerplatz 15

E-mail: daniel.scherr@medunigraz.at

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)