

Journal für **Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Sporttauglichkeit bei bradykarden Herzrhythmusstörungen und Herzschritmacherträgern

Kindermann M, Fröhlig G

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2008; 15

(11-12), 335-340

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

Sporttauglichkeit bei bradykarden Herzrhythmusstörungen und Herzschrittmacherträgern

M. Kindermann, G. Fröhlig

Kurzfassung: Die Beurteilung der Sporttauglichkeit bei bradykarden Rhythmusstörungen bedarf zunächst der korrekten Differenzierung zwischen einer pathologischen Bradykardie, die häufiger symptomatisch und oft mit einer strukturellen Herzerkrankung assoziiert ist, und einer bradykarden Normvariante des Herzrhythmus, die beim asymptomatischen herzgesunden Sporttreibenden auftreten kann. In den meisten Fällen lassen sich pathologische Bradykardien, die eine Einschränkung der Sporttauglichkeit bedingen und häufig eine Schrittmacherindikation darstellen, durch Anamnese, EKG, Holter-Registrierung und Echokardiographie richtig einordnen. In Einzelfällen ist eine elektrophysiologische Untersuchung erforderlich. Die Sporttauglichkeit von Herzschrittmacherträgern wird in erster Linie von der kardialen Grunderkrankung bestimmt sowie vom Trainingszustand und der

verwendeten Schrittmachertechnologie modifiziert. Bei strukturell herzgesunden Schrittmacherpatienten gibt es bis auf wenige Ausnahmen (z. B. Kontaktsport) keine grundsätzlichen Bedenken gegen sportliche Betätigung. Die Wahl des Schrittmachersystems und die Programmierung des Aggregates sind an die kardiale Grunderkrankung und die individuellen Bedürfnisse des Patienten anzupassen.

Abstract: Sports Eligibility in Bradyarrhythmias and in Patients with Implanted Cardiac Pulse Generators. Sports eligibility in bradyarrhythmias first depends on a correct discrimination between pathological bradycardia, which is frequently associated with symptoms and structural heart disease, and a bradycardic

variant of the normal heart rhythm which can be found in asymptomatic sportsmen without heart disease. In most cases, pathological bradyarrhythmias which limit sports eligibility and often lead to pacemaker implantation can correctly be classified by medical history, ECG, Holter and echocardiography. In individual cases, an invasive electrophysiological study is required. Sports eligibility of patients with implanted cardiac pulse generators mainly depends on the underlying cardiac disease, but is modified by the general level of fitness and the applied pacemaker technology. With few exceptions (e.g. contact sports) there are no principal objections to sporting activities in pacemaker patients without structural heart disease. The choice of the pacing system and its programming are guided by the cardiac disease and the individual needs of the patient. **J Kardiologie 2008; 15: 335–40.**

■ Einleitung

Bei herzgesunden Sportlern stellen asymptomatische, bradykarde Veränderungen des Herzrhythmus häufig eine Normvariante dar, aus der sich keine weiteren diagnostischen und therapeutischen Konsequenzen ergeben [1–4]. Dagegen werfen ausgeprägte Bradykardien und längere Asystolien vor allem dann die Frage der Sporttauglichkeit auf, wenn bradykardiassoziierte Symptome auftreten oder eine strukturelle Herzerkrankung vorliegt.

Schrittmacherpatienten weisen sehr häufig (62 %) einen arteriellen Hypertonus, häufig (36 %) eine koronare Herzkrankheit und nicht selten (6,5 %) auch einen Herzklappenfehler auf [5]. Trotz der hohen Prävalenz struktureller Herzerkrankungen stellt sich die Frage der Sporttauglichkeit hier nur gelegentlich, da bei der überwiegend älteren Schrittmacherklientel – etwa drei Viertel aller Patienten sind zum Zeitpunkt der Implantation älter als 70 Jahre [6] – regelmäßige sportliche Aktivität nicht die Regel darstellt. Das gilt jedoch nicht für jüngere Schrittmacherpatienten. Umfragen bei Schrittmacherträgern im Alter zwischen 20 und 60 Jahren ergaben, dass etwa die Hälfte dieser Patienten regelmäßig körperlich aktiv ist, ein Fünftel ist Mitglied eines Sportvereins [7].

Eingelangt am 19. Mai 2008; angenommen am 30. Juni 2008.

Aus der Klinik für Innere Medizin III (Kardiologie, Angiologie, Internistische Intensivmedizin), Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland

Korrespondenzadresse: PD Dr. med. Michael Kindermann, Klinik für Innere Medizin III (Kardiologie, Angiologie, Internistische Intensivmedizin), Universitätsklinikum des Saarlandes, D-66421 Homburg/Saar, Kirrberger Straße; E-Mail: Michael.Kindermann@t-online.de

Anhand der aktuellen europäischen und US-amerikanischen Leitlinien sportkardiologischer Arbeitsgruppen [2–4] referiert und kommentiert diese Übersicht die Empfehlungen zur Sporttauglichkeit bei bradykarden Herzrhythmusstörungen und Herzschrittmacherträgern.

■ Klassifikation von Sportarten

Die kardiovaskuläre Beanspruchung einer Sportart hängt von der statischen und dynamischen Muskelarbeit ab. In Abbildung 1 werden leistungs- und freizeitsportliche Aktivitäten nach dem jeweiligen Ausmaß der statischen und dynamischen Belastung eingeteilt. Diese Klassifikation hat sich als Orientierungshilfe für konkrete Empfehlungen hinsichtlich der Sporttauglichkeit bei kardiovaskulären Erkrankungen oder Risikokonstellationen bewährt [8, 9].

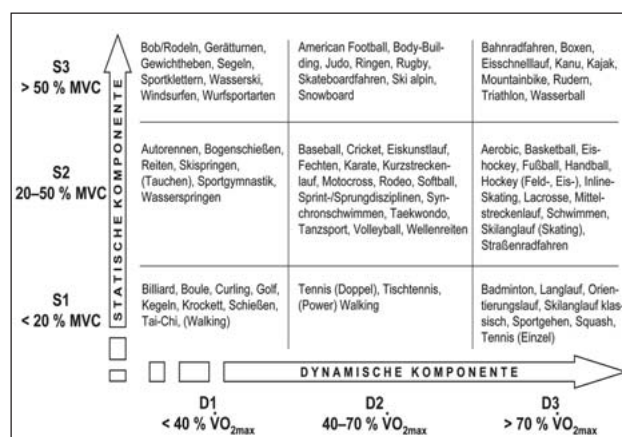


Abbildung 1: Einteilung sportlicher Aktivitäten nach dem Ausmaß der statischen (S1–S3) und dynamischen (D1–D3) Beanspruchung. MVC: maximale willkürliche Kontraktionskraft; $\dot{V}O_{2max}$: maximale Sauerstoffaufnahme. Mod. nach [8, 9].

■ Bradykarde Herzrhythmusstörungen und Leitungsblockierungen

Sinusknotenfunktionsstörungen

Sinusbradykardien bis 30/min, Sinuspausen bis 3 Sekunden, Sinusarrhythmien, ein wandernder Vorhofschrötmacher und junktionale Rhythmen sind häufige Normvarianten bei gesunden, asymptomatischen Ausdauersportlern [1] und bedürfen keiner weiteren Abklärung. Hauptursache ist eine trainingsbedingte Zunahme des Vagotonus. Allerdings gibt es aus Untersuchungen unter kombinierter sympathovagaler autonomer Blockade auch Hinweise darauf, dass eine Modulation der intrinsischen Sinusknotenaktivität vorliegt [10]. Da grundsätzlich eine vorbestehende Sinusknotendysfunktion infolge struktureller Herzerkrankungen durch körperliche Aktivität aggraviert werden kann, sollte im Rahmen der medizinischen Betreuung von herzkranken, trainierenden Patienten regelmäßig auch nach etwaigen bradykardieassoziierten Symptomen gefragt werden [3].

Im Einzelfall werden bei Ausdauertrainierten auch extreme Sinusbradykardien < 30/min und Sinuspausen > 3 Sekunden beobachtet. Unter körperlicher Belastung kann die Frequenz adäquat gesteigert werden. In Abwesenheit einer bradykardieassoziierten Symptomatik besteht volle Sporttauglichkeit. Bei Symptomen wie Schwindel, Präsynkopen oder Synkopen sollte eine weitergehende kardiologische Abklärung durchgeführt werden, die zumindest ein Belastungs- und Langzeit-EKG sowie ein Echokardiogramm beinhaltet, um strukturelle Herzerkrankungen auszuschließen. Durch eine ein- bis zweimonatige Sportpause können pathologische Sinusbradykardien und assoziierte Symptome verschwinden [11]. Treten nach Wiederaufnahme des Trainings für wenigstens drei Monate keine Symptome mehr auf, besteht volle Sporttauglichkeit [2–4]. Bei anhaltender bradykardieassoziiierter Symptomatik besteht die Indikation zur Schrittmacherimplantation. Eine Zusammenfassung der Empfehlungen zur Sporttauglichkeit bei Sinusknotenfunktionsstörungen gibt Tabelle 1A wieder.

Atrioventrikuläre Überleitungsstörungen

Bei Ausdauersportlern sind atrioventrikuläre Überleitungsverzögerungen (AV-Block I) ähnlich wie Sinusbradykardien eine häufig anzutreffende physiologische Normvariante. Nur bei extremer PQ-Zeit-Verlängerung (ab 300 ms) oder beglei-

tender QRS-Verbreiterung empfehlen die amerikanischen Leitlinien [4] eine weitergehende Abklärung mittels Ergometrie, Langzeit-EKG und Echokardiographie. Bei unauffälligen Befunden besteht volle Sporttauglichkeit.

Auch der AV-Block II mit Wenckebach-Periodik (Typ I) ist gelegentlich als harmlose Normvariante bei gut trainierten Ausdauersportlern anzutreffen. Sofern keine strukturelle Herzerkrankung vorliegt (echokardiographische Diagnostik), während Holter-Registrierungen keine höhergradigen AV-Blockierungen dokumentiert werden und sich unter Belastung die AV-Überleitung normalisiert oder zumindest nicht verschlechtert, besteht volle Sporttauglichkeit [2–4]. Liegt zusätzlich zum AV-Block II (Typ I) ein Schenkelblock vor, sollte zum Ausschluss einer prognostisch ungünstigeren Blockierung im His-Purkinje-System zusätzlich eine elektrophysiologische Untersuchung erwogen werden [4]. Wenn eine Wenckebach-Blockierung unter oder nach Belastung aggraviert oder erstmalig auftritt und bei der elektrophysiologischen Untersuchung eine Blockierung im His-Purkinje-System nachweisbar ist, sollte vor Aufnahme oder Fortführung der sportlichen Aktivität ein Herzschrittmacher auch dann implantiert werden, wenn der Patient asymptomatisch ist [4]. Ohne Herzschrittmacher kann in solch einer Situation nur sportliche Aktivität geringer Intensität (S1/D1) gestattet werden [4]. Der symptomatische AV-Block II stellt grundsätzlich eine Schrittmacherindikation dar [12]. Wenn im Einzelfall der Verdacht auf eine funktionelle Aggravation infolge des Trainings besteht, kann beim Wenckebach-Typ und fehlender struktureller Herzerkrankung auch vor der definitiven Schrittmacherimplantation eine temporäre Sportpause versucht werden [3].

Beim asymptomatischen, strukturell herzgesunden Patienten mit AV-Block II, Typ II oder bei intermittierendem, drittgradigem AV-Block mit normaler QRS-Breite, ausreichender Ruheherzfrequenz (> 40/min) und normalem Herzfrequenzanstieg unter Belastung, sind die Empfehlungen der Fachgesellschaften und Expertengremien nicht konsistent. In seltenen Fällen kann es sich nach sorgfältigem Ausschluss struktureller oder elektrophysiologischer Pathologien auch hier um eine funktionelle Normvariante bei einem hoch ausdauertrainierten Sportler handeln, was volle Sporttauglichkeit impliziert [13]. Die europäischen Leitlinien [2, 3] gestatten in diesem Fall nur sportliche Aktivität bis zum S2/D2-Niveau.

Tabelle 1A: Störungen der Sinusknotenfunktion

Sinusknotendysfunktion	Kriterien	Sporttauglichkeit
• Sinusbradykardie bis 30/min • Sinuspausen bis 3 Sekunden • Sinusarrhythmie • Wandernder Vorhofschrötmacher • Junktionale Rhythmen	Ausdauersportler: Physiologische Normvariante Bei struktureller Herzerkrankung: Periodische Reevaluation: Aggravation der Bradykardie durch Training?	Voll Abhängig von der Grunderkrankung
• Sinusbradykardie < 30/min • Sinuspausen > 3 Sekunden	Komplett asymptomatischer Ausdauersportler Symptome → Bel.-EKG, Holter, Echo > 3 Monate symptomfrei, kein Therapiebedarf	Voll Temporäre Sportpause Voll

Tabelle 1B: Störungen der AV-Überleitung

AV-Blockierung/Kriterien	Untersuchungen	Sporttauglichkeit
⇒ AV-Block I.° Meist physiologische Normvariante PQ $\geq 0,3''$ oder QRS verbreitert, aber keine Zunahme bei Belastung, keine strukturelle Herzerkrankung	Nur EKG Bel.-EKG, Holter, Echo	Voll Voll
⇒ AV-Block II.°, Typ I Physiologische Normvariante, falls asymptomatisch und keine Zunahme bei Belastung, keine strukturelle Herzerkrankung Asymptomatisch, aber Auftreten oder Zunahme unter Belastung oder QRS verbreitert Symptomatisch	Bel.-EKG, Holter, Echo Bel.-EKG, Holter, Echo, evt. EPU	Voll Ohne SM: S1/D1 Schrittmacher bei infrahisärer Leitungsverzögerung Schrittmacher
⇒ AV-Block II.°, Typ II (und intermitt. AVB III.°) Asymptomatisch, keine strukturelle Herzerkrankung, keine VT, QRS schmal, Ruhefrequenz $> 40/\text{min}$, chronotrope Kompetenz	Bel.-EKG, Holter, Echo, evt. EPU	Umstritten*

SM: Schrittmacher; EPU: Elektrophysiologische Untersuchung. *Nach europäischen Guidelines [2, 3] Sporttauglichkeit auf S1-2/D1-2-Niveau gegeben (vgl. Abb. 1), nach Bethesda-Empfehlungen [4] SM-Implantation vor Aufnahme sportlicher Aktivität indiziert. Nach Expertenmeinung [13] ist bei umfassender Vordiagnostik jedoch auch volle Sporttauglichkeit vertretbar.

Die Bethesda-Leitlinien [4] fordern bei AV-Block II, Typ II und beim komplettem AV-Block rigoros die Implantation eines Herzschrittmachers vor Aufnahme jeglicher sportlicher Aktivität. Eine Übersicht zu den Empfehlungen bei erworbenen AV-Überleitungsstörungen gibt Tabelle 1B.

Einen Sonderfall stellt der asymptomatische Patient mit einem isolierten kongenitalen kompletten AV-Block mit Ruheherzfrequenzen $> 40\text{--}50/\text{min}$, erhaltener chronotroper Kompetenz unter Belastung, normaler QRS-Breite und fehlenden ventrikulären Tachykardien dar. Hier besteht prinzipiell volle Sporttauglichkeit [4]. Tatsächlich führt die von den kardiologischen Fachgesellschaften publizierte Klasse-IIa-[12] bzw. -IIb-Empfehlung [14, 15] zur prophylaktischen Schrittmacherimplantation dazu, dass die meisten Kinder und Jugendlichen mit einem isolierten kongenitalen kompletten AV-Block heutzutage Schrittmacherträger sind.

Schenkelblockbilder

Während ein inkompletter Rechtsschenkelblock als häufige Normvariante des Sportlers keine weiteren Konsequenzen hat, erfordert der komplette Rechtsschenkelblock eine weitere Diagnostik mittels Echokardiographie, Belastungs- und Holter-EKG [4]. Sind sämtliche Befunde unauffällig, besteht volle Sporttauglichkeit, auch dann, wenn zusätzlich ein links-anteriorer Hemiblock vorliegt [4]. Bei Rechtsschenkelblockbildern, die mit rechtspräkordialen ST-Streckenhebungen assoziiert sind, sollte an ein Brugada-Syndrom gedacht und eine gezielte Anamnese erhoben werden.

Ein erworbener kompletter Linksschenkelblock ist häufig mit einer strukturellen Herzerkrankung assoziiert. Ist dies nicht der Fall, was durch unauffällige Befunde für Echokardiographie, Ergometrie und Langzeit-EKG dokumentiert wird, besteht auch hier volle Sporttauglichkeit. Wegen eines erhöhten Synkopenrisikos infolge einer paroxysmalen kompletten AV-Blockierung, wird bei Kindern und Jugendlichen mit dem seltenen Befund eines erworbenen kompletten Linksschenkelblocks zusätzlich eine elektrophysiologische Untersuchung empfohlen. Volle Sporttauglichkeit kann nur dann

attestiert werden, wenn im His-Bündel-EKG das HV-Intervall kleiner als 90 ms ist und unter Vorhofstimulation keine His-Purkinje-Blockierungen auftreten. Andernfalls sollte ein Herzschrittmacher implantiert werden [4].

■ Herzschrittmacherträger

Die körperliche Belastbarkeit, das heißt das Belastungsniveau, dem sich ein Herzschrittmacherpatient schadlos aussetzen kann, ist nicht vom Vorhandensein des Herzschrittmachers, sondern von Art und Schweregrad der kardialen Grunderkrankung abhängig. Etwa die Hälfte (54 %) aller Schrittmacherpatienten weist eine Herzinsuffizienzsymptomatik auf, wobei der Großteil (42 %) nur milde Symptome entsprechend der NYHA-Klasse II zeigt. Eine linksventrikuläre systolische Dysfunktion mit einer EF $\leq 40\%$ lässt sich bei 31 % aller Schrittmacherpatienten nachweisen, während 42 % weder eine eingeschränkte systolische Funktion noch eine Herzinsuffizienzsymptomatik zeigen [5].

Schrittmacherträger ohne strukturelle Herzerkrankung

Laut Konsensusempfehlungen [2, 3] dürfen Schrittmacherträger ohne strukturelle Herzerkrankung freizeit- und wett-kampfsportliche Aktivitäten von geringem und moderatem Belastungsniveau (S1/D1-2; vgl. Abb. 1) ausüben. Der Ausschluss von Belastungen hoher Intensität ist jedoch sachlich nicht zu rechtfertigen, wenn der beschwerdefreie Patient im sportartspezifischen Intensitätsbereich eine regelrechte Schrittmacherfunktion mit adäquatem Herzfrequenzanstieg aufweist, frei von Arrhythmien ist und durch den Bewegungsablauf oder die Wahl der Sportart keine traumatische Schädigung des Schrittmachersystems zu erwarten ist. Zum Nachweis der Belastbarkeit auf hohem Intensitätsniveau sollte neben einer symptomlimitierten Ergometrie auch eine EKG-Registrierung während der Sportausübung erfolgen (mittels Telemetrie oder Holter). Damit lassen sich in Ruhe latente Schrittmacherfehlfunktionen aufdecken. Hierzu zählen das Undersensing von intrakardialen Potenzialen, das Oversensing von Muskelpotenzialen (z. B. bei unipolaren Elektroden

und hoher Empfindlichkeit des Eingangsverstärkers) oder Fernpotenzialen (bei inadäquater Programmierung von Refraktär- und Blankingzeiten) und Fehlprogrammierungen, die zur Beeinträchtigung der Herzfrequenzregulation führen. Außerdem können belastungsinduzierte tachykarde Rhythmusstörungen ausgeschlossen werden, die oft mit der die Schrittmacherindikation begründenden Bradykardie assoziiert sind (z. B. paroxysmales Vorhofflimmern). Ausnahmen von der vollen Belastbarkeit betreffen Belastungsformen, die die funktionelle Integrität des Schrittmachersystems gefährden und das Tauchen.

Sportarten, bei denen eine direkte Schlägeinwirkung auf den Brustkorb obligat ist (alle Kampfsportarten, American Football, Rugby, Eishockey, Lacrosse), sollten von Herzschrittmacherträgern nicht ausgeübt werden. Bei Sportarten mit gering erhöhtem Risiko einer traumatischen Schädigung des Schrittmachersystems (Fußball, Basketball, Baseball, Softball), kann die Anwendung von Protektoren erwogen werden [2–4].

Gemäß den Richtlinien der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin gilt auch für Patienten ohne strukturelle Herzkrankung ein Zustand nach Schrittmacherimplantation als relative Kontraindikation zum Tauchen [16]. Bei guter kardipulmonaler Leistungsfähigkeit kann jedoch eine eingeschränkte Tauchtauglichkeit attestiert werden. Grundsätzlich kann es unter hyperbaren Bedingungen durch das Eindringen von Flüssigkeit in den Elektrodenkonnektor oder das Schrittmachergehäuse oder im Extremfall durch eine Verformung des Aggregates zu einer Funktionsstörung kommen. Dabei müssen die sehr voneinander divergierenden Empfehlungen der Hersteller beachtet werden: Die Freigaben bezüglich der maximalen Druckbelastung des gesamten Schrittmachersystems, bestehend aus Aggregat und Elektroden, variieren zwischen 150 und 690 kPa, entsprechend einer maximalen Wassertiefe zwischen 5 und 60 m. Piezogesteuerte Aktivitätssensoren müssen beim Tauchen meist inaktiviert werden, da sie durch erhöhten hydrostatischen Druck fehlgesteuert werden. Eine Ausnahme hiervon bilden Aktivitätssensoren, die nach dem Akzelerometerprinzip arbeiten, da sie nur auf Beschleunigungen und nicht auf steigenden Gehäusedruck reagieren.

Durch optimalen Einsatz der Schrittmachertechnologie kann bei Patienten ohne strukturelle Herzkrankheit eine normale körperliche Leistungsfähigkeit wiederhergestellt werden (Abb. 2, Beispiel 1 [17]). Da die Herzfrequenzsteigerung neben der Zunahme der arteriovenösen Sauerstoffausschöpfung der wichtigste Mechanismus zur Erhöhung der Sauerstoffaufnahme ist, sollte vor allem bei körperlich aktiven Schrittmacherpatienten durch entsprechende Auswahl und Programmierung des Schrittmachersystems ein adäquater Herzfrequenzanstieg unter Belastungsbedingungen ermöglicht werden. Bei Patienten mit isoliertem AV-Block stellt die Implantation eines Zwei-Kammer-Systems mit Programmierung einer vorhofgesteuerten Betriebsart (DDD- oder VDD-Mode) die physiologische Frequenzsteuerung durch den Sinusknoten wieder her. Bei Patienten mit Sinusknotenerkrankung, beim Brady-Tachy-Syndrom und der Bradyarrhythmia absoluta infolge langsam übergeleiteten Vorhofflimmerns müssen als Ersatz für den Sinusknoten so genannte

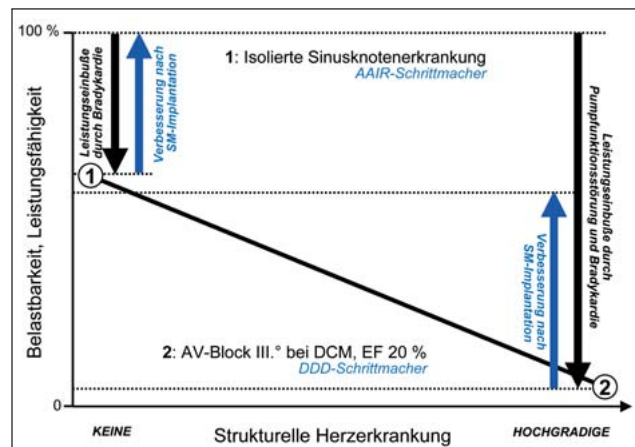


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen körperlicher Belastbarkeit/Leistungsfähigkeit, dem Schweregrad der kardialen Grunderkrankung und der durch Schrittmacherimplantation korrigierbaren Bradykardie. **Patient 1** weist außer der Sinusknotenerkrankung keine Pumpfunktionsstörung auf. Die Einschränkung seiner Leistungsfähigkeit ist ausschließlich durch die Bradykardie bedingt und durch adäquate Schrittmacherversorgung voll korrigierbar. **Patient 2** weist eine dilatative Kardiomyopathie mit hochgradiger systolischer Dysfunktion auf. Zusätzlich besteht ein kompletter AV-Block. Der Schrittmacher beseitigt zwar die Bradykardie und normalisiert die Frequenzanpassung unter Belastung, wegen der linksventrikulären Dysfunktion verbleibt jedoch auch nach SM-Implantation eine bedeutsame funktionelle Einschränkung. SM: Schrittmacher; DCM: Dilatative Kardiomyopathie; EF: Ejektionsfraktion; AAIR: frequenzadaptive Vorhof-Bedarfs-Stimulation; DDD: Vorhofgesteuerte Zwei-Kammer-Stimulation. Nachdruck mit Genehmigung aus [17].

„sensorgesteuerte“ frequenzadaptive Herzschrittmacher die Belastungsregulation der Herzfrequenz übernehmen. Sportlich aktive Schrittmacherpatienten mit chronotroper Inkompetenz sollten dabei nach Möglichkeit einen Schrittmacher erhalten, der über die Messung eines belastungsproportionalen physiologischen Signals (z. B. des Atemminutenvolumens) auch bei stark variierender und andauernder körperlicher Belastung eine dem jeweiligen metabolischen Bedarf angepasste Stimulationsfrequenz erzeugt.

Um eine hohe Stimulationsfrequenz unter Belastung zu gewährleisten, müssen neben der Frequenzadaptation weitere Basisparameter des Schrittmacheraggregates optimiert werden. So ist das Belassen der Fabrikeinstellungen („Nominalwerte“) für die obere Grenzfrequenz, die AV-Zeit und die atriale Refraktärperiode oft unzureichend. Zu den häufigen Fehlern bei jungen Patienten mit AV-Block gehört z. B. die Wahl einer relativ niedrigen oberen Grenzfrequenz. Häufig sehen die Nominaleinstellungen, die am Gros der älteren Schrittmacherpatienten orientiert sind, hierfür einen Wert von 120/min vor. Da für einen 45-jährigen Patienten eine maximale Belastungsherzfrequenz von 175/min physiologisch ist, wird durch das Belassen der Fabrikeinstellung eine unnötige Leistungslimitierung in Kauf genommen (Abb. 3 [17]). Um den vollen physiologischen Frequenzbereich ausschöpfen zu können, muss in der Regel auch eine Anpassung der schrittmacherinternen AV-Verzögerung (AV-Delay) und der postventrikulären atrialen Refraktärperiode (PVARP) erfolgen. Neuere Aggregate bieten eine frequenzabhängige automatische Verkürzung von AV-Delay und PVARP an. Sind für das AV-Delay oder die PVARP zu hohe Werte programmiert, kann es unter Belastung zu einer abrupten Halbierung der Stimulationsfrequenz und damit zu einem Leistungseinbruch evtl. auch mit Symptomen der zerebralen Minderperfusion (Schwindel, Präsynkopen) kommen (Abb. 4 [17]).

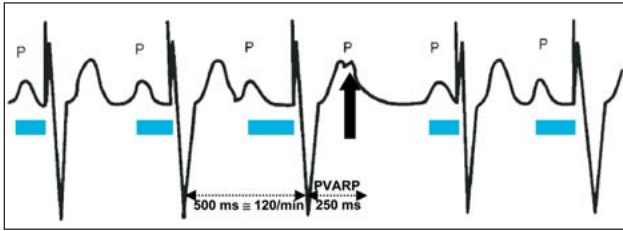


Abbildung 3: Pseudo-Wenckebach-AV-Block bei einem 45-jährigen Patienten mit komplettem AV-Block und Zwei-Kammer-Schrittmacher (DDD-Mode). Für die obere Grenzfrequenz wurde die „Fabrikeinstellung“ von 120/min belassen. Sobald während körperlicher Belastung das PP-Intervall die Grenze von 500 ms unterschreitet, verlängert der Schrittmacher das AV-Intervall (blau markiert), um die maximale Herzfrequenz von 120/min einzuhalten. Dadurch rücken die folgenden P-Wellen zunehmend in die T-Welle des vorangehenden, stimulierten Kammerkomplexes. Zur Blockierung der Überleitung (schwarzer Pfeil) kommt es schließlich, wenn die P-Welle sich so nahe am vorangegangenen QRS-Komplex befindet, dass sie in die postventrikuläre atriale Refraktärphase (PVARP) des Vorhofverstärkers fällt. Nachdruck mit Genehmigung aus [17].

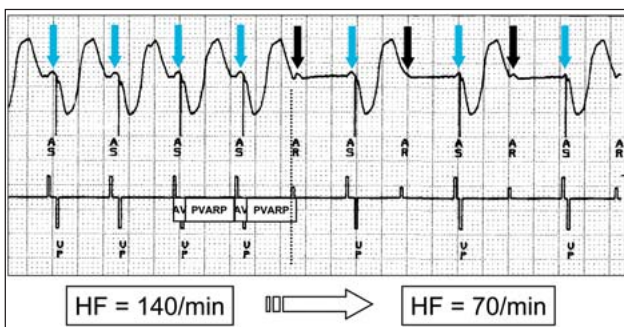


Abbildung 4: 2:1-Blockierung infolge zu langer postventrikulärer atrialer Refraktärzeit. EKG-Registrierung mit Marker-Annotationen. 65-jähriger Patient mit komplettem AV-Block und Zwei-Kammer-Schrittmacher (DDD-Mode). Programmierte Werte: obere Grenzfrequenz 140/min, wahrgenommenes AV-Intervall (AV) 80 ms, postventrikuläre atriale Refraktärzeit (PVARP) 350 ms. Die totale atriale Refraktärzeit (TARP) ergibt sich aus der Summe von AV-Intervall und PVARP (hier 80 + 350 = 430 ms). Sie entspricht dem minimalen Intervall, mit dem zwei aufeinanderfolgende atriale Ereignisse noch wahrgenommen werden können. Unter Belastung erreicht die Vorhoffrequenz 140/min, was einem Intervall (429 ms) knapp unterhalb der TARP entspricht. Dadurch fällt jede zweite Vorhofaktion in die PVARP und löst keine Triggerung eines Ventrikelstimulus aus. Folge ist eine abrupte Halbierung der Stimulationsfrequenz. AS/blau Pfeile: wahrgenommene Vorhofereignisse, die einen Ventrikelstimulus triggern; AR/schwarze Pfeile: refraktär wahrgenommene Ereignisse (in der PVARP), die keinen Ventrikelstimulus triggern. Nachdruck mit Genehmigung aus [17].

Schrittmacherträger mit struktureller Herz-erkrankung

Körperliche Belastbarkeit und Sporttauglichkeit orientieren sich in diesem Fall an der zugrundeliegenden kardialen Erkrankung. Der Patient sollte darüber aufgeklärt werden, dass auch bei optimaler Korrektur der bradykarden Rhythmusstörung eine funktionelle Limitierung verbleibt, die von Art und Schwere der kardialen Grunderkrankung abhängt (Abb. 2, Beispiel 2).

Während bei Schrittmacherpatienten ohne strukturelle Herz-erkrankung eine volle Leistungsentfaltung die Ausschöpfung der Herzfrequenzreserve bis zur altersentsprechenden Maximalfrequenz ($220 - \text{Lebensalter}$) erfordert [18], gibt es für Patienten mit eingeschränkter Pumpfunktion einen engen Korridor für die hämodynamisch optimale Herzfrequenz unter Belastung [19]. Einerseits limitiert die Pumpfunktionsstörung den Schlagvolumenanstieg unter Belastung, sodass Patienten mit Herzinsuffizienz im Vergleich zu Gesunden stärker auf den Herzfrequenzanstieg zur Steigerung ihrer Sauerstoffaufnahme angewiesen sind [20]. Auf der anderen Seite führt die frequenzabhängige zunehmende Verkürzung

der Diastolendauer bei diastolischer Funktionsstörung zu einem Anstieg der linksventrikulären Füllungsdrücke und damit zu pulmonalvenöser Kongestion. Die ohnehin reduzierte Ca^{2+} -Transportkapazität des sarkoplasmatischen Retikulums der Myokardzelle wird überfordert, sodass es unter der Tachykardie zu einer diastolischen Kalziumüberladung des Zytoplasmas mit weiterer Verschlechterung der Relaxationsfähigkeit und systolisch zu einer Konzentrationsabnahme des Aktivator-Kalziums und damit zu einer progredienten Reduktion der Kontraktilität im Sinne eines negativen Bowditch-Effektes kommt [21]. Hinzu tritt der durch die Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauches bei gleichzeitiger Reduktion der diastolischen Koronarperfusion ausgelöste proischämische Effekt des Herzfrequenzanstieges.

Patienten mit struktureller Herzkrankheit weisen deshalb eine optimale obere Grenze für die Belastungsherzfrequenz auf, die zum Teil deutlich unter der nach der Astrand-Formel ($220 - \text{Lebensalter}$) berechneten maximalen Herzfrequenz liegt [19, 21]. Wird die optimale Grenze überschritten, kommt es zu einer Abnahme von Schlag- und Herzzeitvolumen. Das hämodynamische Optimum der maximalen Herzfrequenz hängt von Art und Schwere der Pumpfunktionsstörung ab. Bei herzinsuffizienten Schrittmacherpatienten, die mit einem frequenzadaptiven Aggregat versorgt sind, kann die individuelle Obergrenze für die Belastungsherzfrequenz durch einen spirometrischen Belastungstest ermittelt werden. Pragmatischer ist eine Reduktion der maximalen Sensorfrequenz je nach Alter und Ausmaß der Pumpfunktionsstörung auf 100–120/min [19].

Bei vorhandenem Ischämiepotenzial (nicht oder inkomplett revaskularisierte koronare Herzkrankheit) dürfen frequenzadaptive Schrittmachersysteme nur vorsichtig und erst nach individueller Austestung genutzt werden. Die maximal erzielte Sensorfrequenz muss unterhalb der Ischämieschwelle liegen! Bei Koronarpatienten mit AV-Block und vorhoffobeteilendem Schrittmachersystem sollte eine ischämievermeidende Reduktion der maximalen Herzfrequenz in erster Linie durch pharmakologische Begrenzung der Sinusknotenfrequenz (z. B. mit Betablockern) erfolgen. Eine drastische Reduktion der oberen Grenzfrequenz ($< 90/\text{min}$) kann zur AV-Desynchronisation und über ein unphysiologisch langes AV-Intervall bei gleichzeitig erhaltener retrograder AV-Knotenleitung zu Schrittmacher-Reentry-Phänomenen führen.

Weist der wegen eines AV-Blocks mit einem Zwei-Kammer-Schrittmacher versorgte Patient ein paroxysmales Vorhofflimmern auf, ist bei der Programmierung auf die Aktivierung der Mode-Switch-Funktion zu achten. Diese erlaubt die Diskriminierung zwischen der physiologischen, belastungsinduzierten Sinustachykardie und einer pathologischen Vorhofftachykardie und ermöglicht dem Patienten einen physiologischen Frequenzanstieg unter Belastung unter Vermeidung des Risikos einer vorhoffarrhythmiegetriggerten Stimulation an der oberen Grenzfrequenz.

Traumatische Schädigung der Schrittmacher-sonden durch Sport

Bei einseitiger hoher Belastung der oberen Extremität können Schrittmacher- und Defibrillatorsonden in ihrem Verlauf zwi-

Tabelle 2: Checkliste „Schrittmacherpatient und Sport“**1. Vor Implantation: Welchen Sport möchte der Patient ausüben?**

- Geeignete Implantationsseite auswählen (z. B. Gegenseite beim Tennisspieler)
- Bei Beanspruchung der oberen Extremität Elektrodenplatzierung über V. cephalica anstreben
- Geeignetes Aggregat auswählen (Obere Grenzfrequenz ausreichend? Physiologische Frequenzadaptive Stimulation erforderlich?)

2. Wie lautet die Implantationsindikation?

- Bei Schrittmacherabhängigkeit (z. B. kompletter AV-Block ohne Ersatzrhythmus) Sportarten meiden, die die mechanische Integrität des Schrittmachersystems gefährden
- Bei erhaltenem Eigenrhythmus → geringe Gefahr im Falle einer traumatischen Schädigung des Systems
- Bei Ausfall der Sinusknotenfunktion → Schrittmacher muss belastungsabhängige Frequenzanpassung übernehmen

3. Liegt eine strukturelle Herzerkrankung vor?

- Ja → Sporttauglichkeit wird von der kardialen Grunderkrankung bestimmt
- Nein → Sporttauglichkeit prinzipiell nur von allgemeiner Fitness limitiert
Aber: Kein Kontaktsport (z. B. Kampfsport), Einschränkung bei Tauchtauglichkeit beachten

4. Ist die Schrittmacherprogrammierung optimal?

- Ergometrie oder Holter während sportartspezifischer Belastung → Frequenzregulation adäquat?
- Diskriminierung von physiologischer Sinustachykardie und pathologischer Vorhoffarrhythmie gewährleistet?
- Interferenzen mit Muskelpotenzialen bei statischer Beanspruchung?

schen erster Rippe und Schlüsselbein traumatisch geschädigt werden. Betroffen sind v. a. Sportarten mit repetitiver hoher Belastung des Schultergürtels wie Gewichtheben, Golf, Tennis und Softball [22]. Das Risiko einer traumatischen Elektrodenschädigung lässt sich durch eine individuell angepasste Wahl der Implantationsseite (Implantation des Aggregats kontralateral zum Schlag- oder Wurfarm) und die Implantationstechnik reduzieren. Obwohl die Subklaviapunktion wegen der technischen Einfachheit und Zeitersparnis als Zugangsweg häufig bevorzugt wird, reduziert der Zugang über die Vena cephalica die auf die Sonden einwirkenden Kompressions-, Schub- und Scherkräfte [23, 24] und im Vergleich zur Subklaviapunktion die Rate an Sondenkomplikationen [25, 26]. Ist die Vena cephalica ungeeignet, sollte die Vena subclavia möglichst weit lateral punktiert werden [27].

Eine Checkliste zur Beurteilung von sporttreibenden Patienten mit Herzschrittmacher ist in Tabelle 2 wiedergegeben.

■ Limitationen

Die in dieser Arbeit dargestellten Empfehlungen zur Sporttauglichkeit bei bradykarden Herzrhythmusstörungen und Herzschrittmacherträgern stellen den von den internationalen Fachgesellschaften [2–4] publizierten Expertenkonsensus dar und beruhen in der Regel nicht auf randomisiert-kontrollierten Studien. Dies erklärt die angesprochenen Inkonsistenzen zwischen den Leitlinien. Insbesondere bei Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher liegen nur pauschalisierende Leitlinienempfehlungen vor, von denen in dieser Arbeit zugunsten einer individualisierten Empfehlung abgewichen wurde.

Literatur:

1. Kindermann W. Physiologische Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems an körperliche Belastung. In: Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A (Hrsg). Sportkardiologie – Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 2007; 1–20.
2. Pelliccia A, Fagard R, Bjornstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, Biffi A, Borjesson M, Carre F, Corrado D, Delise P, Dorwarth U, Hirth A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Mellwig KP, Panhuyzen-Goedkoop N, Pisani A, Solberg EE, van-Buuren F, Vanhees L, Blomstrom-Lundqvist C, Deligiannis A, Dugmore D, Glikson M, Hoff PI, Hoffmann A, Horstkotte D, Nordrehaug JE, Oudhof J, McKenna WJ, Penco M, Priori S, Reybrouck T, Senden J, Spataro A, Thiene G. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. Eur Heart J 2005; 26: 1422–45.
3. Heidbuchel H, Panhuyzen-Goedkoop N, Corrado D, Hoffmann E, Biffi A, Delise P, Blomstrom-Lundqvist C, Vanhees L, Ivarhoff P, Dorwarth U, Pelliccia A. Recommendations for participation in leisure-time physical activity and competitive sports in patients with arrhythmias and potentially arrhythmogenic conditions. Part I: Supraventricular arrhythmias and pacemakers. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil 2006; 13: 475–84.
4. Zipes DP, Ackerman MJ, Estes NA 3rd, Grant AO, Myerburg RJ, Van Hare G. Task Force 7: Arrhythmias. J Am Coll Cardiol 2005; 45: 1354–63.
5. Thackray SD, Witte KK, Nikitin NP, Clark AL, Kaye GC, Cleland JG. The prevalence of heart failure and asymptomatic left ventricular systolic dysfunction in a typical regional pacemaker population. Eur Heart J 2003; 24: 1143–52.
6. Markewitz A. Jahresbericht 2005 des Deutschen Herzschrittmacher-Registers. 2005. http://www.pacemaker-register.de/pdf/zentralregister_herzschrittmacher_bericht05.pdf (Letzter Zugriff: 30.07.2008)
7. Mickley H, Petersen J. [Leisure activities and sports in younger pacemaker patients]. Ugeskr Laeger 1989; 151: 2713–5.
8. Mitchell JH, Haskell W, Snell P, Van Camp SP. Task Force 8: classification of sports. J Am Coll Cardiol 2005; 45: 1364–7.
9. Urhausen A, Kindermann W. Trainingsempfehlungen im Gesundheitssport und Klassifikation der Sportarten. In: Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A (Hrsg). Sportkardiologie – Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 2007; 67–94.
10. Stein R, Medeiros CM, Rosito GA, Zimmerman LI, Ribeiro JP. Intrinsic sinus and atrioventricular node electrophysiologic adaptations in endurance athletes. J Am Coll Cardiol 2002; 39: 1033–8.
11. Ector H, Bourgeois J, Verlinden M, Hermans L, Vanden Eynde E, Fagard R, De Geest H. Bradykardia, ventricular pauses, syncope, and sports. Lancet 1984; 2: 591–4.
12. Lemke B, Nowak B, Pfeiffer D. [Guidelines for heart pacemaker therapy]. Z Kardiol 2005; 94: 704–20.
13. König D, Zehender M, Mewis C, Dickhuth HH. Herzrhythmusstörungen. In: Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A (Hrsg). Sportkardiologie – Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 2007; 241–56.
14. Vardas PE, Auricchio A, Blanc JJ, Daubert JC, Drexler H, Ector H, Gasparini M, Linde C, Morgado FB, Oto A, Sutton R, Trusz-Gluzka M. Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. The Task Force for Cardiac Pacing and Cardiac Resynchronization Therapy of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association. Europace 2007; 9: 959–98.
15. Gregoratos G, Abrams J, Epstein AE, Freedman RA, Hayes DL, Hlatky MA, Kerber RE, Naccarelli GV, Schoenfeld MH, Silka MJ, Winters SL, Gibbons RJ, Antman EM, Alpert JS, Hiratzka LF, Faxon DP, Jacobs AK, Fuster V, Smith SC Jr. ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/NASPE Committee to Update the 1998 Pacemaker Guidelines). Circulation 2002; 106: 2145–61.
16. Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V. Richtlinien für die medizinische Vorsorgeuntersuchung von Sporttauchern 1998. <http://www.gtuem.org/208#21> (Letzter Zugriff: 30.07.2008)
17. Kindermann M. Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit von Patienten mit Herzschrittmacher und implantiertem Kardioverter/Defibrillator (ICD). In: Kindermann W, Dickhuth HH, Nieß A, Röcker K, Urhausen A (Hrsg). Sportkardiologie – Körperliche Aktivität bei Herzerkrankungen. Steinkopff Verlag, Darmstadt, 2007; 273–87.
18. Surleny JF, Mohacs P, Schmid JP, Carrel T, Delacretaz E. For gold, heart rate matters. J Heart Lung Transplant 2005; 24: 1171–3.
19. Kindermann M, Schwaab B, Finkler N, Schaller S, Bohm M, Frohlig G. Defining the optimum upper heart rate limit during exercise: a study in pacemaker patients with heart failure. Eur Heart J 2002; 23: 1301–8.
20. McElroy PA, Janicki JS, Weber KT. Physiologic correlates of the heart rate response to upright isotonic exercise: relevance to rate-responsive pacemakers. J Am Coll Cardiol 1988; 11: 94–9.
21. Alpert NR, Leavitt BJ, Littleman FP, Hasenfuss G, Pieske B, Mulieri LA. A mechanistic analysis of the force-frequency relation in non-failing and progressively failing human myocardium. Basic Res Cardiol 1998; 93 (Suppl 1): 23–32.
22. Schuger CD, Mittleman R, Habbal B, Wagshal A, Huang SK. Ventricular lead transection and atrial lead damage in a young softball player shortly after the insertion of a permanent pacemaker. Pacing Clin Electrophysiol 1992; 15: 1236–9.
23. Jacobs DM, Fink AS, Miller RP, Anderson WR, McVenes RD, Lessar JF, Cobian KE, Staffanson DB, Upton JE, Bubrick MP. Anatomical and morphological evaluation of pacemaker lead compression. Pacing Clin Electrophysiol 1993; 16: 434–44.
24. Magney JE, Flynn DM, Parsons JA, Staplin DH, Chin-Purcell MV, Milstein S, Hunter DW. Anatomical mechanisms explaining damage to pacemaker leads, defibrillator leads, and failure of central venous catheters adjacent to the sternoclavicular joint. Pacing Clin Electrophysiol 1993; 16: 445–57.
25. Kron J, Herre J, Renfro EG, Rizo-Patron C, Raitt M, Halperin B, Gold M, Goldner B, Wathen M, Wilkoff B, Olarte A, Yao Q. Lead- and device-related complications in the antiarrhythmics versus implantable defibrillators trial. Am Heart J 2001; 141: 92–8.
26. Parsonnet V, Roelke M. The cephalic vein cutdown versus subclavian puncture for pacemaker/ICD lead implantation. Pacing Clin Electrophysiol 1999; 22: 695–7.
27. Magney JE, Staplin DH, Flynn DM, Hunter DW. A new approach to percutaneous subclavian venipuncture to avoid lead fracture or central venous catheter occlusion. Pacing Clin Electrophysiol 1993; 16: 2133–42.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D 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](#)