

# Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Die Rolle der Rehabilitation bei  
postviralen -Erkrankungen –  
Post-Acute Infection -Syndromes  
(PAIS) // Role of rehabilitation in  
postviral diseases – post-acute  
infections syndromes**

Berent R, Niederseer D

*Journal für Kardiologie - Austrian*

*Journal of Cardiology* 2025; 32

(11-12), 249-255

Homepage:

**[www.kup.at/kardiologie](http://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

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

# 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](http://www.kup.at/images/ads/kongress.pdf)

# Die Rolle der Rehabilitation bei postviralen Erkrankungen – Post-Acute Infection Syndromes (PAIS)

R. Berent<sup>1</sup>, D. Niederseer<sup>2,3,4</sup>

**Kurzfassung:** Postakute Infektionssyndrome (PAIS) sind prolongierte Krankheitszustände, die nach viralen Infektionen auftreten können und sich durch unspezifische neurologische, kardiovaskuläre und immunologische Symptome wie Fatigue, Erschöpfung und kognitive Beeinträchtigungen manifestieren. Diese Symptome variieren in ihrer Schwere und können über Monate oder Jahre persistieren, wobei Fatigue eine zentrale Rolle spielt.

PAIS sind kein neues Phänomen und wurden bereits nach früheren Pandemien wie der Spanischen Grippe oder der COVID-19-Pandemie dokumentiert. Unterschiedliche virale Erreger, darunter SARS-CoV-2, Epstein-Barr-Virus oder Influenzaviren, sind mit PAIS assoziiert. Die Pathogenese ist multifaktoriell und umfasst potenzielle Mechanismen wie Viruspersistenz, subakute Entzündungen, Autoimmunreaktionen und Mikrobiom-Dysbiose.

Die Rehabilitation von Betroffenen erfordert ein individuell angepasstes Management. Während leichtgradige Fatigue durch angepasste körperliche Aktivität verbessert werden kann, benötigen schwerere Verlaufsformen wie myalgische Enzephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome (ME/CFS) spezifische Strategien wie Pacing, um eine Überlastung und Verschlechterung zu vermeiden. Auch kardiovaskuläre Manifestationen wie Myokarditis, Perikarditis und Perimyokarditis können auftreten, deren Behand-

lung sich an etablierten kardiologischen Leitlinien orientiert.

Regelmäßiges Ausdauertraining wirkt protektiv gegenüber Infektionen und unterstützt die Immunfunktion. Dennoch bedarf es weiterführender Forschung, um effektive Behandlungsstrategien für PAIS zu entwickeln und den individuellen Bedürfnissen der Patienten gerecht zu werden.

**Schlüsselwörter:** postvirale Erkrankungen, postvirale Syndrome, postakute Infektionssyndrome, Fatigue, myalgische Enzephalomyelitis / Chronisches Fatigue-Syndrom, posturales Tachykardie-Syndrom, post-exertionelle Malaise, Pacing

**Abstract: Role of rehabilitation in postviral diseases – post-acute infections syndromes.**

Post-acute infection syndromes (PAIS) are prolonged disease states that can occur after viral infections and manifest through nonspecific neurological, cardiovascular, and immunological symptoms such as fatigue, exhaustion, and cognitive impairments. These symptoms vary in severity and can persist for months or even years, with fatigue playing a central role.

PAIS are not a new phenomenon and have already been documented following past pandemics,

such as the Spanish flu or COVID-19 pandemic. Various viral pathogens, including SARS-CoV-2, Epstein-Barr virus, and influenza viruses are associated with PAIS. The pathogenesis is multifactorial and involves potential mechanisms such as viral persistence, subacute inflammation, autoimmune reactions, and gut microbiome-dysbiosis.

The rehabilitation of affected individuals requires a personalized management approach. While mild fatigue can improve through tailored physical activity, more severe courses, such as myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome (ME/CFS), require specific strategies such as pacing to prevent overexertion and deterioration. Cardiovascular manifestations such as myocarditis, pericarditis, and perimyocarditis may also occur, and their treatment follows established cardiological guidelines.

Regular endurance training has a protective effect against infections and supports immune function. However, further research is needed to develop effective treatment strategies for PAIS and to meet the individual needs of patients. **J Kardiol 2025; 32 (11–12): 249–55.**

**Keywords:** post-acute infection syndromes, fatigue, myalgic encephalomyelitis / chronic fatigue syndrome, postural orthostatic tachycardia syndrome, post-exertional malaise, pacing

## ■ Einleitung

Sehr viele virale Erkrankungen können ein postakutes Infektionssyndrom (PAIS) auslösen. Dieses umfasst eine Reihe von unspezifischen neurologischen, kardiovaskulären und immunologischen Symptomen wie Müdigkeit, Fatigue und Erschöpfung, die Zustände darstellen, die in einem Kontinuum in Relation zueinander gesetzt werden können (Abbildung 1) [1].

Müdigkeit weist den leichtesten Schweregrad auf und benötigt daher weniger Therapieaufwand, weshalb dieser Zustand an einem Ende des Kontinuums steht. Im Vergleich dazu geht Erschöpfung mit sehr schweren Symptomen einher, welche über Jahre bestehen können und somit am anderen Ende des Kontinuums steht. Fatigue kann schließlich zwischen diesen beiden Polen platziert werden. Die Beschwerden der Patienten sind vielseitig und können sich in Form von Fatigue (subjektiv oft stark einschränkende, zu den vorausgegangenen Anstren-

gungen unverhältnismäßige, sich durch Schlaf oder Erholung nicht ausreichend bessernde subjektive Erschöpfung auf somatischer, kognitiver und/oder psychischer Ebene), Belastungsintoleranz, Gefühl der Kraftlosigkeit, unangenehmem Gefühl von Energiemangel bis zum Burn-out-Gefühl, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Stimmungsschwankungen, Depressionen, Schlafstörungen, Gedächtnis- und Konzentrationsproblemen, Wortfindungsstörungen, allgemeiner geistiger Erschöpfung, rezidivierenden Muskel- und/oder Gelenkschmerzen und grippeähnlichen Symptomen manifestieren.

Charakteristisch für das PAIS ist auch das Fehlen objektiver diagnostischer Befunde. Die Ausprägung der Symptome ist von Person zu Person unterschiedlich und sie können Wochen oder Monate andauern, auch nachdem sich eine Person von der ursprünglichen Virusinfektion anscheinend erholt hat. Für Müdigkeit und Fatigue kann ein angepasst gestaltetes Rehabilitationsprogramm erfolgreich sein, die Leistungsfähigkeit kann mit höherer Anstrengung aufrechterhalten werden, allerdings nicht bei Erschöpfung.

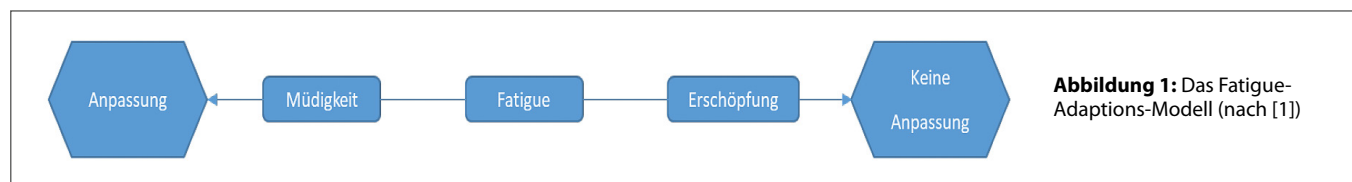
## Historischer Rückblick

PAIS werden in der medizinischen Literatur seit mehr als 100 Jahren beschrieben. Viele der in der Einleitung erwähnten Symptome wurden bereits bei Überlebenden früherer Pandemien und Epidemien wie der Russischen Grippe (1889–1894

Eingelangt am: 18.02.2025, angenommen am: 08.04.2025

Aus dem <sup>1</sup>HerzReha Bad Ischl, Zentrum für kardiovaskuläre Rehabilitation und Fettstoffwechselstörungen, Bad Ischl, Österreich, <sup>2</sup>Hochgebirgsklinik, Medizincampus Davos, <sup>3</sup>Center for Translational and Experimental Cardiology (CTEC), Klinik für Kardiologie, Universitätsspital Zürich, <sup>4</sup>Christine Kuehne Center for Allergy Research and Education (CK-CARE), Medizincampus Davos, Schweiz

**Korrespondenzadresse:** Prim. PD Dr. Robert Berent, HerzReha Bad Ischl, Zentrum für kardiovaskuläre Rehabilitation und Fettstoffwechselstörungen, A-4820 Bad Ischl, Gartenstraße 9, E-mail: robert.berent@herzreha.at



**Abbildung 1:** Das Fatigue-Adaptions-Modell (nach [1])

und 1977), der Spanischen Grippe (1918–1920), der Asiatischen Grippe (1957–1958), der Hong Kong-Grippe (1969–1970), der Schweine-Grippe (2009), der SARS-Pandemie (2003), der MERS-Epidemie (2012) und der COVID-19-Pandemie (2020–2023) erwähnt [2, 3].

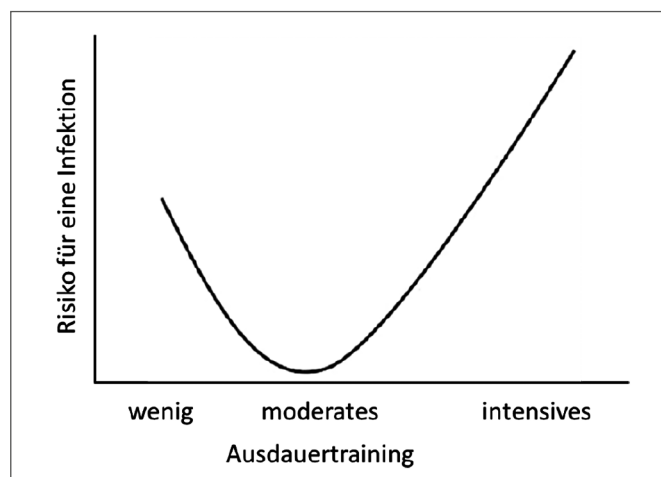
### Der grippale Infekt – „common cold“

Akute Atemwegsinfektionen / Erkältungen, also in der Regel mild verlaufende Infekte, werden von mehr als 30 verschiedenen Erregern ausgelöst. Zu den Symptomen zählen Schnupfen, Husten oder Halsschmerzen, seltener auch erhöhte Temperatur oder Fieber. Es ist kaum möglich, Influenza, COVID-19 und eine „banale“ Erkältung nur anhand der Symptome zu unterscheiden, da sie anfänglich eine ähnliche Symptomatik hervorrufen, aber sehr unterschiedlich verlaufen können. Die Symptome sind Ausdruck der Infektion und damit Reizung oder Schädigung der Atemwegsschleimhäute durch die Viren und der einsetzenden Immunabwehr des Körpers (Tabelle 1).

Regelmäßiges Ausdauertraining bietet durch seine antiinflammatorische und antioxidative Wirkung einen gewissen Schutz vor viralen Infekten. Ein Zusammenhang zwischen Ausdauertraining und Infekten der oberen Atemwege kann in Form einer J-Kurve dargestellt werden [7, 8] (Abbildung 2).

Immunologische Veränderungen durch Training werden auf mehreren Ebenen beeinflusst:

- 1) akute und chronische Effekte auf das Immunsystem,
- 2) der klinische Nutzen der Achse Training – Immunsystem durch Reduktion der Inzidenz von viralen Infekten und der Mortalität,
- 3) ernährungsrelevante Einflüsse auf die Immunantwort beim Training,
- 4) der Einfluss von Training auf den Alterungsprozess des Immunsystems [9].



**Abbildung 2:** Beziehung von Belastungsintensität und Risiko für einen Infekt der oberen Atemwege (nach [6, 7])

### ■ Postvirale Syndrome / Postakute Infektionssyndrome (PAIS)

Bislang schlecht erklärbare postvirale, prolongierte Krankheitsbilder, Krankheitsverläufe oder postvirale Syndrome können mit einer Vielzahl von Infektionen vergesellschaftet sein. PAIS und postvirale Erkrankungen wie eine Pulmonalembolie, ein Myokardinfarkt oder eine Myokarditis sind keine neuen Phänomene, auch wenn sie durch die SARS-CoV-2-Pandemie vermehrt in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt sind. Eine eindeutige allumfassende Definition, ab wann man von einem PAIS spricht, existiert nicht. Die Terminologie der NICE-Leitlinie beschreibt „Long-COVID“ als Krankheitssymptome, die nach einer SARS-CoV-2-Infektion aufgetreten sind und 4–12 Wochen fortbestehen. Als „Post-COVID-Syndrom“ werden Befunde und Symptome bezeichnet, die während oder nach einer Infektion mit SARS-CoV-2 entstehen und zu den bei COVID-19 beobachteten Symptomen passen, die mehr als 12 Wochen bestehen und bei denen keine andere erkennbare Ursache vorliegt.

Folgende Krankheitsbilder werden dzt. in der Definition der PAISs subsumiert:

postakute virale und postakute infektiöse Syndrome nach SARS-CoV-2 (Long-COVID, Post-COVID), posturales orthostatisches Tachykardiesyndrom (POTS), Fibromyalgie, reaktive Arthritis, chronische Epstein-Barr-Virus-Infektion, Post-Ebola-Syndrom, myalgische Enzephalomyelitis / chronisches Fatigue-Syndrom (ME/CFS), Pediatric Autoimmune Neuropsychiatric Disorders Associated with Streptococcal Infections (PANDAS), chronisches Dengue-Syndrom und Post-Lyme-Syndrom (Tabelle 2).

Die Ähnlichkeiten der Symptome zwischen den verschiedenen postviralen Syndromen deuten auf gemeinsame Ursachen hin. Die Pathogenese der PAIS ist nicht geklärt, jedoch stimmen

**Tabelle 1:** Virale grippale Infekte und geschätzte Fallzahl der Infekte (%) pro Jahr und Möglichkeit der Entstehung eines PAIS (nach [4–6])

| Erreger                                                 | Geschätzte Fallzahl der Infekte (%) | PAIS möglich |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Rhinovirus                                              | 30–50                               |              |
| Coronavirus                                             | 10–15                               | Ja           |
| Influenzavirus                                          | 5–15                                | Ja           |
| Respiratory syncytial- (RS-) Virus                      | 5                                   |              |
| Parainfluenzavirus                                      | 5                                   |              |
| Adenovirus                                              | < 5                                 |              |
| Enterovirus (Coxsackievirus, Echovirus)                 | < 5                                 | Ja           |
| Metapneumovirus                                         | unbekannt                           |              |
| Unbekannt (oftmals Bocavirus, Epstein-Barr-Virus [EBV]) | 20–30                               | Ja           |

neue Forschungsergebnisse darin überein, dass folgende vier Möglichkeiten allein oder in Kombination daran beteiligt sind [10]:

1. Virus- (teil-) persistenz in unterschiedlichen Geweben, wie z. B. im Darm oder in den Tonsillen bzw. Reaktivierung bereits existenter Viren im Körper,
2. (subakute) Entzündungsprozesse mit Schädigung verschiedener Gewebe,
3. Autoimmunität,
4. Mikrobiom-Dysbiose des Darms mit Dysregulation der Darm-Gehirnachse und Reaktivierung bereits existenter Viren im Körper.

Diese vier Faktoren können einzeln oder gemeinsam zu Folgen wie endothelialer Dysfunktion, erhöhter Gerinnungsneigung und Thrombozytenaktivierung, mitochondrialer Dysfunktion, Dysbiose, immunologischen Dysfunktionen, Dysfunktionen des autonomen Nervensystems, Neuroinflammation, zu Störungen des Metabolismus bzw. der Perfusion von Gewebe und/oder zu direkter Gewebeschädigung führen [11, 12].

Eine Folge des PAIS kann, wie etwa nach einer Epstein-Barr-Virus Infektion beschrieben und bis zu 6 Monate danach in 9–12 % der Fälle auftretend, ein Chronic Fatigue Syndrome (CFS) = Post-Infection Fatigue Syndrome (PIFS) sein [2, 13]. Neben vielen anderen Symptomen ist Fatigue eines der häufigsten Long- oder Post-COVID-Symptome.

Relativ spezifisch sind die Krankheitsbilder myalgische Enzephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome (chronisches Erschöpfungssyndrom) (ME/CSF) und POTS (posturales Tachykardie-Syndrom), die prinzipiell bei allen postviralen Syndromen auftreten können [14, 15]. ME/CSF zeichnet sich unter anderem durch eine ausgeprägte Belastungsintoleranz (Post-exertionelle Malaise, PEM), einhergehend mit extremer Müdigkeit bis hin zur Bettlägerigkeit aus [14]. Eine verminderte Anpassung des Cardiac Output unter Belastung durch einen reduzierten venösen Rückstrom und eine verminderte periphere Sauerstoffextraktion im Gewebe durch eine gestörte periphere neuropathische Regulation des Gefäßwiderstandes

mit Shuntbildung im kapillären Bereich bewirken unter anderem die Belastungsintoleranz [16]. Eine Neuropathie (small fiber neuropathy) findet sich auch in 38 % der Patienten mit POTS und dürfte zur Regulationsstörung des Gefäßtonus beitragen. Auch eine herabgesetzte mitochondriale Aktivität und eine vermehrte Amyloidablagerung in der Muskulatur sind für die PEM mitverantwortlich [12]. PEM tritt unmittelbar nach einer Aktivität oder mit einer Latenz von ca. 12 bis 48 Stunden auf und kann für mehrere Tage oder Wochen anhalten. Betroffene beschreiben diesen Zustand auch als „Crash“, der sich zugleich wie eine Grippe, ein Zuviel an Alkohol und ein Jetlag anfühlt.

Untersuchungen zeigen, dass Long- oder Post-COVID und ME/CFS etwa 20 Symptome gemeinsam haben und dass beide Diagnosen mehrere Organe betreffen können. Während Long-COVID spezifisch auf eine SARS-CoV-2-Infektion zurückzuführen ist, kann eine Vielzahl von Infektionen ME/CFS auslösen [17]. Durch das Fehlen eines klaren Biomarkers ist der Weg zur korrekten Diagnose noch immer langwierig und die diagnostischen Kriterien beruhen auf Expertenkonsens. In Österreich geht man von bis zu 80.000 Betroffenen von ME/CFS aus. POTS ist gekennzeichnet durch einen inadäquaten schnellen Herzschlag nach dem Aufstehen, definiert als ein klinisches Syndrom, welches zumindest 3 Monate andauert und gekennzeichnet ist durch [18]:

1. ein Herzfrequenzanstieg von > 30/Min. innerhalb von 5–10 Minuten nach Beginn der Orthostase (> 40/Min. im Alter von 12–19 Jahren),
2. das Fehlen einer orthostatischen Hypotension (Abfall des systolischen Blutdrucks um > 20 mmHg),
3. häufig auftretende Symptome in stehender Position, wie Benommenheit/Schwindel, Palpitationen, Zittern, allgemeine Schwäche, Verschwommensehen, Belastungsintoleranz, Fatigue [14, 15].

Der Zusammenhang zwischen Virusinfektionen und einer Übersterblichkeit an kardiovaskulären Erkrankungen ist lange bekannt. Die Daten zeigen deutlich eine 6-fach erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Diagnose eines akuten Herzinfarkts innerhalb von 7 Tagen nach dem Nachweis einer Influenza-Infektion, was auf eine Verbindung zwischen Influenza und Herzinfarkt hindeutet [19]. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei anderen Erregern. Die Mechanismen dahinter umfassen direkte wie indirekte Einflüsse. Proinflammatorische Zytokine sorgen für eine Plaquestabilisierung mit anschließender Ruptur, zusätzlich kommt es zu einer Hyperkoagulabilität [20–22]. Die erhöhte kardiometabolische Belastung des Herzens kann im Zuge einer akuten viralen Erkrankung zu kardialen Komplikationen wie einem akuten Koronarsyndrom, Tachyarrhythmien und Herzinsuffizienz führen. Bei SARS-CoV-2-Infektionen zeigte jeder zehnte Patient eine passagere Herzvergrößerung mit und ohne Zeichen einer Herzinsuffizienz.

Die direkte Infektion von Kardiomyozyten kann eine Myokarditis hervorrufen. Zu den post-akuten kardiovaskulären Manifestationen von Infektionen gehören nur sehr selten (> 0,01 %) Myokarditis, Perikarditis und Perimyokarditis, die möglicherweise als Folge viraler Infektionen wie SARS-CoV-2, Influenza oder anderen respiratorischen Pathogenen auftreten. Patho-

**Tabelle 2:** Virale Erreger und PAISs (nach [10])

| Erreger                   | Syndrom                                                                    |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| SARS-CoV-2*               | Post-COVID / Long-COVID                                                    |
| Ebola-Virus               | Post-Ebola-Syndrom, Post-Ebola virus disease syndrome                      |
| Dengue-Virus              | Post-Dengue fatigue syndrome                                               |
| Enteroviren (Poliovirus)  | Post-Polio-Syndrom                                                         |
| Chikungunya-Virus         | Post-Chikungunya chronic inflammatory rheumatism, Post-Chikungunya disease |
| Epstein-Barr-Virus (EBV)* | chronische Epstein-Barr-Virus-Infektion                                    |
| West-Nile-Virus           | keine Bezeichnung                                                          |
| Ross-River-Virus          | keine Bezeichnung                                                          |
| Coxsackie B               | keine Bezeichnung                                                          |
| H1N1/09 Influenza A*      | keine Bezeichnung                                                          |
| Varizella-Zoster-Virus*   | keine Bezeichnung                                                          |

\*Assoziiert mit dem Auftreten von myalgischer Enzephalomyelitis / chronisches Fatigue-Syndrom (ME/CFS)

**Tabelle 3:** Empfehlungen für einen langfristigen Aufbau eines aeroben Ausdauertrainings (adaptiert nach [29])

| Phasenaufbau         | Trainingsintensität                                                                                                                                                                                                                     | Trainingsdauer                                                                           | Trainingshäufigkeit                       |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Anpassungsphase      | niedrige Intensität 40–50 % VO <sub>2</sub> peak, 60 % HFmax, 40 % HFR, RPE < 11 (von 20 RPE)                                                                                                                                           | beginnend mit ca. 5 Min. (in der Trainingsphase), schrittweise Verlängerung auf 10 Min.  | an 3–5 Tagen pro Woche                    |
| Aufbauphase          | schrittweise Steigerung der Trainingsintensität in Abhängigkeit von Belastungstoleranz und klinischem Status, z. B. 50, 60, 70, (80 %) VO <sub>2</sub> peak, 65, 70, 75, 80 % HFmax, 45, 50, 55, 60 (70 %) % HFR RPE 12–14 (von 20 RPE) | allmähliche Verlängerung der Trainingsdauer von 10 auf 20 (bis zu 30–45) Min.            | an 3–5 Tagen pro Woche, am besten täglich |
| Stabilisierungsphase | langfristige Stabilisierung auf dem in der Aufbauphase erreichten Belastungsniveau, dann allmähliche Steigerung von Trainingsintensität und -umfang                                                                                     | allmähliche Verlängerung der Trainingsdauer von 20–45 (bis zu > 60) Min., wenn toleriert | an 3–5 Tagen pro Woche, am besten täglich |

Legende: HF – Herzfrequenz, HFmax – maximal erreichte Herzfrequenz, HFR – Herzfrequenzreserve, RPE – rate of perceived exertion nach der Borg-Skala 6–20 (Maß für subjektives Belastungsempfinden): niedrige bis moderate Intensität 12–14, moderate bis hohe Intensität > 14.

physiologisch und klinisch werden Myokarditis, Perikarditis und Perimyokarditis unterschieden:

- Myokarditis ist eine entzündliche Myokarderkrankung, die zumeist viral getriggert wird und durch eine lymphozytäre Infiltration sowie Myozytendestruktion gekennzeichnet ist. Klinisch präsentiert sie sich mit thorakalem Druckgefühl, Dyspnoe, Leistungsminderung und potenziellen Arrhythmien. In schweren Fällen kann eine dilatative Kardiomyopathie resultieren.
- Perikarditis bezeichnet eine entzündliche Reaktion des Perikards, die sich durch pleuritische Thoraxschmerzen, Fieber und ein perikardiales Reibegeräusch manifestiert. Bei ausgeprägtem Erguss können hämodynamische Komplikationen bis hin zur Tamponade auftreten.
- Perimyokarditis beschreibt eine überlappende Entzündung von Myokard und Perikard mit variabler klinischer Symptomatik, die sowohl myokardiale als auch perikardiale Komponenten einschließt.

Die Diagnostik und Therapie von Myokarditis, Perikarditis und Perimyokarditis ist nicht abhängig davon, ob sie im Rahmen von PAIS auftreten oder nicht. Diagnostisch werden Klinik, Labor und kardiale Bildgebung (Echokardiographie und ggf. Herz-MRI) verwendet, um im Verdachtsfall diagnostische Sicherheit zu erhalten. In speziellen Fällen kann eine Endomyokardbiopsie erwogen werden. Therapeutisch stehen individuelle Belastungssteuerung, strukturierte körperliche Reaktivierung, medikamentöse Therapie und Überwachung sowie psychosoziale Betreuung und edukative Maßnahmen im Rahmen einer ganzheitlichen Therapie im Vordergrund [23, 24].

### Diagnostik bei PAIS

Die apparative Routinediagnostik umfasst ein 12-Kanal-EKG, eine transthorakale Echokardiographie sowie eine Labor Diagnostik inkl. Blutgasanalyse. Die Durchführung eines Belastungs-EKGs, einer Spiroergometrie, eines 6-Minuten-Gehtests oder „1 Minute Sit To Stand“-Tests bei schlecht belastbaren Patienten ist für die Planung des Bewegungsprogrammes zur Festlegung des Intensitätsniveaus erforderlich. Ergänzend werden oftmals noch Spirometrie oder Bodyplethysmographie, Polygraphie und Bildgebung durchgeführt [25–27].

Der Gesundheitszustand sollte des Weiteren mit Fragebögen zur Selbstevaluation wie dem SF-12, EQ-5D erfasst werden, sowie durch Screeningtests zu Neurokognition (MoCA) oder Angst und Depression (HADS) [28].

### ■ Rehabilitationsziele und Trainingstherapie

- Somatisch: Verbesserung von funktionellen Einschränkungen durch die Grunderkrankung bzw. Begleiterkrankungen sowie der Leistungsfähigkeit
- Psychisch: Unterstützung bei der Krankheitsverarbeitung
- Teilhabeorientiert: Wiedereingliederung in das Berufsleben und/oder den häuslichen Alltag

In Abhängigkeit von der zugrunde liegenden Problematik ist ein multimodales, individuell adaptiertes Training, bestehend aus aerobem Ausdauer- sowie Krafttraining, jeweils mehrmals pro Woche erforderlich. Bei Notwendigkeit kommt auch ein Training der Atemmuskulatur zur Anwendung. Im Vordergrund steht die Erhöhung der Belastungstoleranz zur Förderung der bestmöglichen Teilhabe am täglichen Leben. Zusätzlich soll eine diätologische sowie psychologische Betreuung erfolgen.

Die Einleitung einer ambulanten oder stationären Rehabilitation sollte bereits ab einer leichten funktionellen Einschränkung in Betracht gezogen werden, vor allem dann, wenn die Beschwerden mehr als 3 Monate andauern und keine klare Besserungstendenz, aber auch keine weitere Verschlechterung ersichtlich ist (Müssen Sie Aufgaben / Aktivitäten vermeiden, reduzieren oder über die Zeit verteilen?); bei starker Beeinträchtigung (Gibt es Aufgaben / Aktivitäten zu Hause oder am Arbeitsplatz, die Sie nicht mehr selbst ausführen können?) durchaus auch schon früher, wenn sich Betroffene bereits in einer Aufbauphase befinden.

Da sich die Symptome von Long-COVID, Post-COVID und anderen postviralen Syndromen überschneiden, sind die Behandlungsempfehlungen weitgehend auch auf andere postvirale Erkrankungen anwendbar.

### Durchführung des Trainings

Die wichtigste Botschaft ist: *The importance of person-centred planning!!!*

**Tabelle 4:** Aufbau des aeroben Ausdauertrainings auf dem Fahrradergometer, unabhängig von der Anpassungs-, Aufbau- oder Stabilisierungsphase (adaptiert nach [29])**Dauermethode****Phase I (Aufwärmphase I)**

|                      |                                            |
|----------------------|--------------------------------------------|
| Belastungsintensität | < 50 % der empfohlenen Trainingsintensität |
| Belastungsdauer      | > 2 Minuten                                |

**Phase II (Aufwärmphase II)**

|                      |                                                                                                                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belastungsintensität | allmähliche Leistungssteigerung um 1–10 Watt pro Minute (je nach Belastbarkeit) bis zur empfohlenen Trainingsintensität |
| Belastungsdauer      | 5–10 Minuten                                                                                                            |

**Phase III (Trainingsphase)**

|                      |                                                                            |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Belastungsintensität | 100 % der empfohlenen Trainingsintensität                                  |
| Belastungsdauer      | > 5 Minuten und allmähliche Verlängerung auf 10–20 (bis hin zu 60) Minuten |

**Phase IV (Erholungsphase)**

Belastung innerhalb von 3 Minuten allmählich auf 0 Watt heruntergefahren

**Tabelle 5:** Intervalltraining**Intensives Intervalltraining (IIT) mit kurzen Belastungsintervallen**

|                            |                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Phase I (Aufwärmphase I)   | > 2 Minuten ohne bzw. mit geringer Belastung                                                                                                                              |
| Phase II (Trainingsphase)  | Wechsel zwischen kurzen Belastungsphasen (20–30 Sekunden; 85–100 % max Watt) und Erholungsphasen (40–60 Sekunden) ohne bzw. mit niedrigem Widerstand, > 10 Wiederholungen |
| Phase III (Erholungsphase) | < 3 Minuten ohne bzw. mit geringer Belastung                                                                                                                              |

**Hochintensives Intervalltraining (HIIT) mit längeren Belastungsintervallen (4 x 4 Protokoll)**

|                            |                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Phase I (Aufwärmphase I)   | 8–10 Minuten mit geringer bis moderater Belastung (60–70 % HFmax)                                                                                                                |
| Phase II (Trainingsphase)  | Wechsel zwischen 4-min. Belastungsphasen mit sehr hoher Belastung (85–95 % HFmax) und 3-Min. Erholungsphasen geringer bis moderater Intensität (60–70 % HFmax), 4 Wiederholungen |
| Phase III (Erholungsphase) | 3–5 Minuten mit geringer bis moderater Belastung (60–70 % HFmax)                                                                                                                 |

Beginnend auf einem niedrigen Niveau sind zunächst die Trainingsdauer und -häufigkeit sowie bei guter Belastungstoleranz die Trainingsintensität individuell anzupassen und schrittweise zu steigern. Das Training ist langfristig in drei aufeinander aufbauende Phasen zu planen (Tab. 3–5):

- **Anpassungsphase:** Vorbereitung auf die nachfolgende Trainingsbelastung durch Verbesserung von Koordination und Flexibilität, Schulung einer angemessenen Beurteilung des Belastungsempfindens (BORG-Skala), besonderer Aufmerksamkeit bedürfen bisher körperlich inaktive Personen.
- **Aufbauphase:** behutsames Aufbautraining durch allmähliche Steigerung der Trainingsdauer, -häufigkeit und -intensität sowie der Anforderungen an die Bewegungskoordination
- **Stabilisierungsphase:** langfristige Stabilisierung und Erweiterung des Trainingserfolges

**Tabelle 6:** Bewegungsprogramm bei Fatigue**Leichte Fatigue (FAS 0–11)**

8–10 Übungen der großen Muskelgruppen der oberen und unteren Extremitäten sowie Rumpf

Widerstand: 60–70 % der max. Kraft, 10–15 Wiederholungen, 1–3 Sätze, 2–3 Tage/Woche

Bewegungsprogramm muss immer im multidisziplinären Ansatz erstellt werden.

Stetige Überwachung der Fatigue-Symptome während und nach dem Bewegungsprogramm

**Moderate Fatigue (FAS 12–24)**

8–10 Übungen der großen Muskelgruppen der oberen und unteren Extremitäten sowie Rumpf

Widerstand: geringe Intensität (z. B. 30–50 % der Maximalkraft; 10–15 Wiederholungen, 1–3 Sätze und zunehmend steigern bis zu 60–70 %)

Bei moderater bis schwerer Fatigue: Mit Krafttraining beginnen um Muskelkraft und Kraftausdauer zu steigern. Totale Erschöpfung vermeiden.

**Starke Fatigue (FAS > 25)**

Zunächst Training ohne Widerstand („active range of motion“) gegen die Schwerkraft, 5–10 Wiederholungen

Legende: Fatigue Assessment Scale: FAS 0–11: geringe Ermüdung (normal), 12–24: moderate Ermüdung, ≥ 25: starke Ermüdung

Alternativ oder auch komplementär kann zum aeroben Ausdauertraining ein aerobes Intervalltraining angeboten werden. Bei Nachweis einer Belastungshypoxämie (Sauerstoffsättigung < 88 %) soll das Training unter Sauerstoffgabe und Kontrolle durch Pulsoxymetrie erfolgen.

Bei muskulär sehr schwachen Patienten kann auch eine neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) hilfreich sein. Es handelt sich um eine ergänzende Methode, um einem Muskelschwund entgegenzuwirken, Hypokinese auszugleichen und die Muskelmasse zumindest zu erhalten.

**Dynamisches Krafttraining der großen Muskelgruppen: 2–3 Einheiten / Woche, jeweils 1–3 Sätze**

Um Verletzungen oder eine Überlastung zu vermeiden und den Lerneffekt sicherzustellen, ist eine Gewöhnungsphase zum Kennenlernen der angewandten Geräte vor einer Krafttestung und vor dem routinemäßigen Krafttraining notwendig. Des Weiteren können auf diese Weise Fehl- und Überbelastungen des muskuloskelettalen Systems vermieden werden.

Das höchste Gewicht (1-RM = Repetition Maximum) kann über eine definierte Anzahl an Wiederholungen (3-RM, 5-RM oder 10-RM-Tests) berechnet werden. Ein kostenfreier Kalkulator findet sich im Internet: <http://www.exrx.net/Calculators/OneRepMax.html>

**■ Therapie im Rahmen der Rehabilitation****Fatigue**

Fatigue ist eine Belastungstoleranz, die mit oder ohne post-exertioneller Malaise (PEM) einhergehen kann. Dieser Belastungstoleranz kann durch ein mehrwöchiges körperliches Training mit niedriger und moderater Intensität, auch kombiniert mit Atemmuskeltraining, wirksam und sicher zur Förderung von Kraft, Ausdauer und Belastbarkeit bei Personen mit primär mildem Verlauf entgegen gewirkt werden (Tab. 6) [30]. Je nach Schwere der körperlichen Einschränkungen

kungen können verschiedene Ausdauertrainingsformen wie Fahrradergometer, ein Gehtraining oder langsames Laufen zum Einsatz kommen. Die Intensität eines körperlichen Ausdauertrainings sollte dabei in Abhängigkeit der Oxygenierung ( $\text{SpO}_2$ -Zielbereich:  $\geq 88\%$ ) und der klinischen Symptomatik wie muskulärer Schwäche und Dyspnoe angepasst werden.

Zur Behandlung des PAIS gehören auch die Förderung des Schlafs, Maßnahmen zur Stressreduktion und Entspannung, Stärkung von persönlichen Energieressourcen auf körperlicher, geistiger und emotionaler Ebene, sowie die Unterstützung eines adäquaten Coping-Verhaltens. Weder Überforderung noch Vermeidung von Aktivitäten, die ohne Symptomverschlechterung möglich sind, sind angebracht.

## Darm

Zur Modulation einer Mikrobiom-Dysbiose kann der Einsatz von Synbiotika, einer Kombination aus Probiotika und Präbiotika, erfolgen. SIM01 stellt einen Ansatz für die synbiotische Therapie dar, eine Formulierung, die auf der Synergie ausgewählter Stämme von *Bifidobacterium* (z. B. *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium bifidum* und *Bifidobacterium longum*) und spezifischen Präbiotika (z. B. Galacto-Oligosaccharide, Xylo-Oligosaccharide und resistentes Dextrin) basiert [31]. Bislang gibt es allerdings keine ausreichende Evidenz, diese auch bei Patienten mit einem PAIS generell einzusetzen [32–34].

## Pacing

Pacing ist keine Strategie zur Vermeidung von Aktivitäten, sondern bedeutet, dass der Patient stets weniger tut, als es seine Kraft gerade erlaubt. Es ist somit ein schonender Umgang mit den Energieressourcen auf körperlicher, geistiger und emotionaler Ebene. Entsprechend ist ein notwendiges individualisiertes Energiemanagement und das Erlernen des Umgangs mit reduzierten Energieressourcen notwendig.

Das Ziel ist es, ein optimales und individuelles Gleichgewicht zwischen Ruhe- und körperlichen, kognitiven und emotionalen Belastungsphasen zu finden, um eine Überlastung mit der Folge von PEMs zu vermeiden. Die Kunst beim Pacing ist das Finden der optimalen und individuellen Balance zwischen Schonung und Aktivierung sowie das kontinuierliche Steigern der Aktivität. Pacing kann Rückschläge im Genesungsverlauf reduzieren. Selbstbeobachtung, Selbstwahrnehmung und eine verlässliche Körperwahrnehmung sind Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Pacing.

## POTS (posturales orthostatisches Tachykardie-syndrom)

Eine kausale Therapie bei POTS ist bis dato nicht bekannt. Erkrankten wird ein erhöhter Salzkonsum empfohlen (Erwachsene bis zu insgesamt 12 g Salz pro Tag). Zudem ist auf eine Flüssigkeitszufuhr von zwei bis drei Litern täglich zu achten.

Ziel ist es, das Plasmavolumen der Erkrankten zu steigern und auf diese Weise den Kreislauf zu stabilisieren. Der volumensteigernde Effekt kann durch Einnahme von Fludrokortison (0,1 bis 0,2 mg/Tag) noch verbessert werden. Des Weiteren können hüfthohe Stützstrümpfe oder eine Abdominalbandage verordnet werden. Eine Dekonditionierung ist durch individuell angepasste, bestmögliche Aktivität zu verhindern. Distale Muskelübungen können den Kreislauf zusätzlich unterstützen. In Abhängigkeit des vorherrschenden Symptomkomplexes sind bei Tachykardien Propranolol oder Ivabradin, bei niedrigem Blutdruck im Liegen Midodrin, ein  $\alpha 1$ -Agonist (in 3 bis 4 Einzeldosen von jeweils 5 bis 10 mg) und bei hyperadrenergen Zuständen Clonidin als „off label“-Anwendung möglich [35, 36].

## ■ Interessenkonflikt

Keiner.

## Literatur:

- Matti N, Mauczuk C, Specht MB. Müdigkeit, Fatigue und Erschöpfung: Alles das Gleiche oder Ausprägungen eines Kontinuums? – Ein Diskussionsanstoß [Tiredness, fatigue and exhaustion: all the same or manifestations of a continuum? Food for thought]. *Somnologie* 2022; 26: 187–98.
- Wessely S. History of postviral fatigue syndrome. *Br Med Bull* 1991; 47: 919–41.
- Staub K, Ballouz T, Puhan M. An unwanted but long-known company: post-viral symptoms in the context of past pandemics in Switzerland (and beyond). *Public Health Rev* 2024; 45: 1606966.
- Heikkinen T, Järvinen A. The common cold. *Lancet* 2003; 361: 51–9.
- Monto AS. Epidemiology of viral respiratory infections. *Am J Med* 2002; 112 (Suppl 6A): 4S–12S.
- Passiotti M, Maggini P, Megremis S, Papadopoulos NG. The common cold: potential for future prevention or cure. *Curr Allergy Asthma Rep* 2014; 14: 413.
- You M. Role of physical activity in the prevention and treatment of influenza: a review. *Sports Med Open* 2023; 9: 115.
- Nieman DC. Exercise, infection, and immunity. *Int J Sports Med* 1994; 15 (Suppl 3): S131–41.
- Nieman DC, Wentz LM. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *J Sport Health Sci* 2019; 8: 201–17.
- Choutka J, Jansari V, Hornig M, Iwasaki A. Unexplained post-acute infection syndromes. *Nat Med* 2022; 28: 911–23. Erratum in: *Nat Med* 2022; 28: 1723.
- van der Toet V, Rossman JS. Hypothesis: inflammatory acid-base disruption underpins long COVID. *Front Immunol* 2023; 14: 1150105.
- Appelman B, Charlton BT, Goulding RP, Kerkhoff TJ, Breedveld EA, Noort W, et al. Muscle abnormalities worsen after post-exertional malaise in long COVID. *Nat Commun* 2024; 15: 17.
- Weldon EJ 4th, Hong B, Hayashi J, Goo C, Carrazana E, Viereck J, Liow K. Mechanisms and severity of exercise intolerance following COVID-19 and similar viral infections: a comparative review. *Cureus* 2023; 15: e39722.
- Hoffmann K, Hainzl A, Stingl M, Kurz K, Biesenbach B, Bammer C, et al. Interdisziplinäres, kollaboratives D-A-CH-Konsensus-Statement zur Diagnostik und Behandlung von Myalgischer Enzephalomyelitis/Chronischem Fatigue-Syndrom [Interdisciplinary, collaborative D-A-CH (Germany, Austria and Switzerland) consensus statement concerning the diagnostic and treatment of myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome]. *Wien Klin Wochenschr* 2024; 136 (Suppl 5): 103–23.
- Bryarly M, Phillips LT, Fu Q, Vernino S, Levine BD. Postural orthostatic tachycardia syndrome: JACC Focus Seminar. *J Am Coll Cardiol* 2019; 73: 1207–28.
- Joseph P, Arevalo C, Oliveira RKF, Faria-Urbina M, Felsenstein D, Oaklander AL, Systrom DM. Insights from invasive cardiopulmonary exercise testing of patients with myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome. *Chest* 2021; 160: 642–51.
- Komaroff AL, Lipkin WI. ME/CFS and long COVID share similar symptoms and biological abnormalities: road map to the literature. *Front Med (Lausanne)* 2023; 10: 1187163.
- Natelson BH, Brunjes DL, Mancini D. Chronic fatigue syndrome and cardiovascular disease: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2021; 78: 1056–67.
- de Boer AR, Riezebos-Brilman A, van Hout D, van Mourik MSM, Rümke LW, de Hoog MLA, Vaartjes I, Bruijning-Verhagen PCJL. Influenza infection and acute myocardial infarction. *NEJM Evid* 2024; 3: EVID02300361.
- Duan J, Wu Y, Liu C, Yang C, Yang L. Deleterious effects of viral pneumonia on cardiovascular system. *Eur Heart J* 2020; 41: 1833–8.
- Putot A, Chague F, Manckoundia P, Cottin Y, Zeller M. Post-infectious myocardial infarction: new insights for improved screening. *J Clin Med* 2019; 8: 827.
- Skaarup KG, Modin D, Nielsen L, Jensen JUS, Biering-Sørensen T. Influenza and cardiovascular disease pathophysiology: strings attached. *Eur Heart J Suppl* 2023; 25 (Suppl A): A5–11.
- Raman B, Bluemke DA, Lüscher TF, Neubauer S. Long COVID: post-acute sequelae of COVID-19 with a cardiovascular focus. *Eur Heart J* 2022; 43: 1157–72.
- Singh TK, Zidar DA, McCrae K, Highland KB, Englund K, Cameron SJ, Chung MK. A post-pandemic enigma: the cardiovascular impact of post-acute sequelae of SARS-CoV-2. *Circ Res* 2023; 132: 1358–73.
- Souto-Miranda S, Antão J, Rodrigues G, Mendes MA, Spruit MA, Marques A. Cut-off of the one-minute sit-to-stand test to detect functional impairment in people with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 2022; 199: 106892.
- Spence JG, Brinck J, Lokke A, Neustrup L, Østergaard EB. One-minute sit-to-stand test as a quick functional test for people with COPD in general practice. *NPJ Prim Care Respir Med* 2023; 33: 11.

27. Mellaerts P, Demeyer H, Blondeel A, Vanhoutte T, Breuls S, Wuyts M, et al. The one-minute sit-to-stand test: A practical tool for assessing functional exercise capacity in patients with COPD in routine clinical practice. *Chron Respir Dis* 2024; 21: 14799731241291530.
28. Platz T, Abel U, Behrends U, Berlit P, Diem L, Ellert C, et al. S2k-LL COVID-19 und (Früh-) Rehabilitation. In: Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V. (DGNR) (Hrsgb.). Leitlinien für die Neurorehabilitation. Auflage/Version Datum: 4.0 (3. Update)/1. Dezember 2023. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/080-008.html>
29. S3-Leitlinie zur kardiologischen Rehabilitation (LL-KardReha) im deutschsprachigen Raum Europas Deutschland, Österreich, Schweiz (D-A-CH). Version 1.1 (10.12.2020). AWMF-Registernummer: 133-001.
30. Jimeno-Almazán A, Buendía-Romero Á, Martínez-Cava A, Franco-López F, Sánchez-Alcaraz BJ, Courel-Ibáñez J, Pallarés JG. Effects of a concurrent training, respiratory muscle exercise, and self-management recommendations on recovery from post-COVID-19 conditions: the RECOVE trial. *J Appl Physiol* (1985) 2023; 134: 95–104.
31. Lau RI, Su Q, Lau ISF, Ching JYL, Wong MCS, Lau LHS, Tun HM, et al. A synbiotic preparation (SIM01) for post-acute COVID-19 syndrome in Hong Kong (RECOVERY): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet Infect Dis* 2024; 24: 256–65.
32. Jurek JM, Castro-Marrero J. A Narrative review on gut microbiome disturbances and microbial preparations in myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome: implications for long COVID. *Nutrients* 2024; 16: 1545.
33. Obermoser K, Brigo N, Schroll A, Monfort-Lanzas P, Gostner JM, Engl S, et al. Positive effects of probiotic therapy in patients with post-infectious fatigue. *Metabolites* 2023; 13: 639.
34. Dorczok MC, Mittmann G, Mossaheh N, Schrank B, Bartova L, Neumann M, Steiner-Hofbauer V. Dietary supplementation for fatigue symptoms in myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome (ME/CFS) – a systematic review. *Nutrients* 2025; 17, 475.
35. Trimble KZ, Switzer JN, Blitshteyn S. Exercise in postural orthostatic tachycardia syndrome: focus on individualized exercise approach. *J Clin Med* 2024; 13: 6747.
36. Espinosa-Gonzalez AB, Master H, Gall N, Halpin S, Rogers N, Greenhalgh T. Orthostatic tachycardia after COVID-19. *BMJ* 2023; 380: e073488.

# 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**