

**Leitlinie Pädiatrische Kardiologie: Sport bei angeborenen Herzerkrankungen**

**Autoren: A. Hager (München), B. Bjarnason-Wehrens (Köln), R. Oberhoffer (München), H. Hövels-Gürich (Aachen), W. Lawrenz (Moers), K.-O. Dubowy (Bad Oeynhausen), T. Paul (Göttingen)**

Beschlossen vom Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie am 06.06.2015

**1 Geltungsbereich:** Sporttauglichkeit und Sportempfehlungen für Kinder und Jugendliche mit angeborenen Herzerkrankungen

**2 Definition – Klassifikation – Basisinformation**

**2.1 Körperliche Aktivität**

Die **körperliche Aktivität** („*physical activity*“) bezeichnet jegliche Körperbewegungen durch Muskelkontraktionen, die zu einem zusätzlichen Energieverbrauch über den Grundumsatz hinaus führen.<sup>1,2</sup>

**Körperliches Training** („*exercise oder exercise training*“) ist ein Teilbereich der körperlichen Aktivität, der geplant, strukturiert, wiederholt und zielgerichtet zur Verbesserung der körperlichen Fitness eingesetzt wird.<sup>1,2</sup>

**2.2 Sport**

Die Begriffsdefinition „Sport“ ist nicht einheitlich. Sportmedizinisch wird der Begriff **Sport** als „muskuläre Beanspruchung mit Wettkampfcharakter oder mit dem Ziel einer hervorstechenden persönlichen Leistung“ definiert.<sup>3</sup> Er ist gekennzeichnet durch hohen Strukturierungsgrad, deutliche Zielrichtung und Durchführung auf der Grundlage eines ausdifferenzierten und verbindlichen Regelwerks.<sup>4</sup>

Für Sportempfehlungen muss zwischen **Breiten-, Leistungs- und Gesundheitssport** differenziert werden. Unterschiede liegen insbesondere in Zielsetzung, Motivation sowie Art und Umfang der Sportausübung. Beim **Breitensport** stehen die Freude an der Bewegung und soziale Momente sowie präventiv gesehen der Ausgleich von Bewegungsmangel und Verbesserung der körperlichen Fitness im Vordergrund. Der **Leistungssport** unterscheidet sich vom Breitensport insbesondere durch den wesentlich höheren Zeitaufwand sowie die Fokussierung auf den sportlichen Erfolg. Beim Hochleistungssport ist der Leistungsanspruch noch deutlich höher. Er ist von der Leistung her noch weiter oberhalb angesiedelt und bildet mitunter den absoluten Mittelpunkt im Leben, auch beruflich.<sup>3</sup> Eine Sonderstellung nimmt der **Gesundheitssport** ein. Hier steht der positive Einfluss auf die Gesundheit in präventiver, therapeutischer oder rehabilitativer Hinsicht durch gezieltes individuell dosiertes körperliches Training im Vordergrund.

**2.3 Körperliche Leistungsfähigkeit**

Die **maximale Leistungsfähigkeit** ist die maximal mögliche körperliche Leistung einer Person, unabhängig vom Auftreten pathologischer Symptome und/oder Befunde.<sup>3</sup> Die **Belastbarkeit** wird definiert als die dem Patienten mögliche Leistung, bevor pathologische Symptome oder Befunde auftreten.<sup>5</sup> Beim Gesunden sind beide Belastungsbereiche identisch, sie können aber bei Patienten deutlich auseinander liegen.<sup>3</sup>

Als **körperliche Fitness** wird die Kombination aus kardiorespiratorischer Fitness, Muskelkraft, Flexibilität und Koordination bezeichnet<sup>2</sup>. Durch körperliche Aktivität und Training können alle Komponenten der körperlichen Fitness verbessert werden. Das Ausmaß der Trainingseffekte ist abhängig von der Ausgangsbelastbarkeit, d.h. dem Trainingszustand, sowie der Intensität und dem

Umfang des Trainings und wird zudem durch individuelle Parameter (genetisch, orthopädisch, kardiozirkulatorisch, pulmonal und metabolisch) mit beeinflusst.<sup>1</sup>

Die **kardiorespiratorische Fitness** ist ein Teilaspekt der körperlichen Fitness, die durch die maximale kardiozirkulatorische Leistungsfähigkeit determiniert wird. Sie entspricht der maximalen Kapazität des Sauerstofftransports von der Einatemluft bis zur mitochondrialen ATP-Synthese. Der Goldstandard zur Bestimmung der kardiorespiratorischen Fitness ist die Messung der **maximalen Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max)** mit einer Spiroergometrie<sup>3</sup>. Der Begriff „**VO<sub>2</sub>peak**“ bezeichnet die höchste bei einem Belastungstest erreichte Sauerstoffaufnahme, auch wenn symptomlimitiert nicht die höchstmögliche VO<sub>2</sub> erreicht wurde.

Das **metabolische Äquivalent (MET, „metabolic equivalent of tasks“)** ist ein sportwissenschaftlich zunehmend verwendeter Intensitätsparameter körperlicher Aktivität und entspricht dem Quotienten aus Energieumsatz während körperlicher Aktivität und Energieumsatz in Ruhe (1 MET = 3,5 ml/kg/min VO<sub>2</sub>).<sup>1, 2</sup> Eine körperliche Aktivität mit weniger als 3 MET wird als leicht, zwischen 3-6 MET als moderat und ab 6 MET als hoch bezeichnet.

## 2.4 Training

**Trainings- und Sportempfehlungen** müssen Angaben zu Belastungsform, -intensität, -dauer und -umfang berücksichtigen<sup>7</sup>. Bei der Wahl der **Belastungsform** muss das Verhältnis zwischen statischer (isometrischer) und dynamischer (isotoner) Komponente der empfohlenen Belastung bedacht werden. Belastungen mit einer hohen statischen Komponente können zu hohen Druckbelastungen des großen und des kleinen Kreislaufes führen. Belastungen mit überwiegend dynamischer Komponente haben hingegen eine nachlastsenkende Wirkung, können jedoch mit einer erheblichen Volumenbelastung durch Erhöhung des Herzzeitvolumens verbunden sein<sup>6</sup> (siehe Tabellen 1 und 2). Zur Beurteilung der Belastungsintensität können für Belastungen mit einem hohen dynamischen Charakter (z.B. aerobe Ausdauerbelastungen) die Herzfrequenz, die Atmung und das subjektive Belastungsempfinden herangezogen werden.

**Tab. 1: Ausgewählte Bewegungs- und Spielformen im Kindesalter, differenziert nach Belastungsart** (modifiziert nach Schickendantz<sup>6</sup>).

<b>Überwiegend dynamische Bewegungsformen</b>	<b>Überwiegend statische Bewegungsformen</b>
Laufen Hüpfen, Springen, Radfahren, Schwimmen, Inlineskating, Kickboard fahren, Laufspiele, Ballspiele wie z.B. Fußball und sogenannte kleine Spiele.	Klettern, Schwingen/Schaukeln, Stützen, Ziehen, Schieben, Kampfsportarten (z.B. Judo), Turnen (v. a. Ringe, Barren).

Die **Belastungsintensität** korreliert bei dynamischer Belastung direkt mit der Herzfrequenz oder der Sauerstoffaufnahme und wird für Trainingsempfehlungen meist in % der maximalen Herzfrequenz (%HF<sub>max</sub>) angegeben. Diese muss in einem Belastungstest individuell ermittelt werden. Ungeeignet ist die Herzfrequenz zur Trainingssteuerung bei Arrhythmien sowie nach Herztransplantation. Wichtig ist ferner die Neubestimmung der maximalen Herzfrequenz bei Medikamentenänderung (β-Rezeptoren-Blocker, Antiarrhythmika, Ca-Antagonisten). In der praktischen Beratung kann für die moderate Trainingsintensität die sogenannte „Sprechregel“ angewandt werden: beim Sport soll der Patient sich atmen hören, aber auch in der Lage sein, sich zu unterhalten.

Die Intensität von statischer Belastung wird in % der Maximalkraft (%MVC, „maximal voluntary contraction“) angegeben, was nur bei speziellen Fragestellungen sinnvoll ist und für die jeweilige Belastungsform gemessen werden muss.



Für Details wird auf Übersichtsartikel verwiesen<sup>7, 8</sup>.

**Tab. 2: Ausgewählte Sportarten, differenziert nach Belastungsart (zunehmende statische Belastung; zunehmende dynamische Belastung)**

\* = Verletzungsgefahr durch direkten Körperkontakt # Verletzungsgefahr bei Synkopen

Einteilung der Sportarten in dieser Tabelle kann nur als Anhaltspunkt dienen.

Die Intensität der statischen und dynamischen Belastungskomponenten kann dabei erheblich variieren. In Trainingssituationen können aber auch höhere Belastungsintensitäten erreicht werden (modifiziert nach Takken<sup>7</sup>)

 <p><b>Zunehmend statische Komponente</b></p>	<b>Hoch</b>	Turnen, Gewichtheben, Bobfahren, Kampfsportarten, Wurfdisziplinen (z.B. Diskuswerfen, Kugelstoßen), Sportklettern <sup>#</sup> , Wasserskilaufen <sup>#</sup> , Windsurfen <sup>#</sup> , Segeln <sup>#</sup>	Intensives Krafttraining, Skilaufen, Skateboardfahren, Snowboardfahren, Ringen*	Boxen*, Rudern, intensives Radfahren <sup>#</sup> , Triathlon <sup>#</sup> , Eisschnelllauf, Kajakfahren, Kanufahren, Zehnkampf,
	<b>Moderat</b>	Bogenschießen, Reiten, Wasserspringen <sup>#</sup> , Tauchen <sup>#</sup> , Auto- und Motorradrennen <sup>#</sup>	American Football*, Rugby*, Sprungdisziplinen (z.B. Hoch-, Weit-, Dreisprung), Eiskunstlauf*, kurze Sprints, Wellenreiten <sup>#</sup> , Synchronschwimmen <sup>#</sup>	Basketball*, Eishockey*, Handball*, Schwimmen <sup>#</sup> , Mittelstreckenlauf, Jogging, Radfahren im Gelände <sup>#</sup> , Skilanglauf (skating Technik)
	<b>Niedrig</b>	Billiard, Bowling, Kegeln, Curling, Golf,	Baseball, kleine Lauf- und Bewegungsspiele, Rückschlagspiele wie Tischtennis und Volleyball,	Langstreckenlauf, Jogging, Radfahren in der Ebene <sup>#</sup> , Skilanglauf (klassische Technik), Badminton, Tennis, Feld Hockey*, Fußball*
		<b>Niedrig</b>	<b>Moderat</b>	<b>Hoch</b>
 <p><b>Zunehmend dynamische Komponente</b></p>				

### 3 Diagnostik (Sporttauglichkeitsuntersuchung)

#### 3.1 Offensichtlich gesunde Kinder und Jugendliche

Im **Freizeit- und Breitensport** ist keine dezidierte Sporttauglichkeitsuntersuchung notwendig, solange die Routine-Vorsorgeuntersuchungen unauffällig sind und kein Anhalt für eine reduzierte Belastbarkeit oder Symptome wie z.B. vorzeitige Dyspnoe, Palpitationen, Thoraxschmerzen oder Synkopen bestehen.

Im Bereich des **wettkampf-orientierten Vereinssports** und vor allem im **Leistungssport** im Kindes- und Jugendalter wird von der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP) und der Gesellschaft für Pädiatrische Sportmedizin (GPS) eine ausführliche Familien- und Eigenanamnese, eine Befragung zur körperlichen Aktivität inkl. Trainingsumfang und -art, sowie eine vollständige klinische Untersuchung befürwortet. Ein 12-Kanal-EKG-Screening wie bei den Erwachsenen ist aus kinder-kardiologischer Sicht sinnvoll. Bei der Bewertung helfen die Seattle-Kriterien für jugendliche (ab 14 Jahren) und erwachsene Sportler (Tabelle 3),<sup>9</sup> wobei jedoch bei Kindern altersentsprechende Normen berücksichtigt werden müssen. Bei auffälligen Ergebnissen werden weiterführende Untersuchungen wie z.B. Echokardiographie oder Ergometrie empfohlen. Zudem gibt es Richtlinien einzelner Sportverbände, die ein bestimmtes Untersuchungsprogramm in der jeweiligen Sportart vorschreiben.

**Tab. 3: Seattle-Kriterien zur Bewertung des Ruhe-EKG bei der Sporttauglichkeitsuntersuchung von jugendlichen (ab 14 Jahren) und erwachsenen Leistungssportlern (modifiziert nach Drezner<sup>9</sup>)**

<p><b>Bei Leistungssportlern als normal zu bewertende Ruhe-EKG-Befunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinusbradykardie (<math>\geq 30</math> /min)</li> <li>- Sinusarrhythmie</li> <li>- ektooper Vorhofrhythmus</li> <li>- junktionaler Ersatzrhythmus</li> <li>- AV-Block I°</li> <li>- AV-Block II° Typ 1 (Wenckebach)</li> <li>- inkompletter Rechtsschenkelblock</li> <li>- positiver Sokolow-Lyon-Index / Lewis-Index (oder jeder andere, ausschließlich aus den QRS-Amplituden berechnete Index) für eine linksventrikuläre Hypertrophie, <i>außer</i> wenn zusätzlich andere Zeichen eine linksventrikulären Hypertrophie vorliegen: linksatriale Dilatation, QRS-Achsenverschiebung nach links, ST-Strecken Absenkung, T-Wellen-Inversion, pathologische Q-Zacken</li> <li>- Frühe Repolarisierung (ST-Hebungen, J-Punkt-Anhebung, J-Wellen, sanfter Übergang vom QRS-Komplex in die ST-Strecke)</li> <li>- Konvexe, nach oben gewölbte ST-Streckenhebungen mit T-Welleninversion in Ableitungen V<sub>1-4</sub> bei Sportlern mit schwarzafrikanischer Herkunft</li> </ul>
<p><b>Pathologisch zu bewertende Ruhe-EKG-Befunde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T-Welleninversion unter -0,1 mV in mindestens zwei Brustwandableitungen V<sub>2-6</sub>, in II und aVF oder in I und aVL (normal in III, aVR und V<sub>1</sub>)</li> <li>- ST-Senkungen mindestens unter -0,05 mV in mindestens 2 Ableitungen</li> <li>- Pathologische Q-Zacken unter -0,3 mV (Tiefe) oder über 40 ms Dauer in mindestens 2 Ableitungen (außer III und aVR)</li> <li>- Kompletter Linksschenkelblock: QRS-Dauer <math>\geq 120</math> ms, überwiegend negativer QRS-Komplex in Ableitung V<sub>1</sub> (QS- oder rS-Konfiguration) sowie monophasisch positivem QRS-Komplex (R-Konfiguration) in Ableitungen I und V<sub>6</sub></li> <li>- Sonstige QRS-Verbreiterung <math>\geq 140</math> ms</li> <li>- Überdrehter Linkstyp (QRS-Achse -30 bis -90°)</li> <li>- Linksatriale Dilatation mit verbreiteter P-Welle <math>&gt; 120</math> ms in den Ableitungen I oder II, mit ausgeprägtem negativen (= hinteren) P-Wellenanteil (Amplitude <math>&lt; -0,1</math> mV, Dauer <math>\geq 40</math> ms) in Ableitung V<sub>1</sub></li> <li>- Rechtsventrikuläres Hypertrophiemuster mit <math>R_{V1} + S_{V5} &gt; 1,05</math> mV <i>und</i> überdrehter Rechtstyp (QRS-Achse <math>&gt; 120^\circ</math>)</li> <li>- Ventrikuläre Präexzitation: PQ-Zeit-Verkürzung <math>&lt; 120</math> ms, Delta-Welle und QRS-Verbreiterung <math>&gt; 120</math> ms</li> <li>- Verlängerte QT<sub>C</sub>-Zeit* von mindestens 470 ms bei Männern und 480 ms bei Frauen</li> <li>- Verkürzte QT<sub>C</sub>-Zeit* bis 320 ms</li> <li>- Brugada-typisches EKG-Muster mit hohem Abgang im J-Punkt und deszendierender ST-Strecke, gefolgt von einer negativen T-Welle in mindestens zwei der rechts präkordialen Ableitungen V<sub>1-3</sub></li> <li>- Ausgeprägte Sinusbradykardie <math>&lt; 30</math> /min oder Pausen von mindestens 3 Sekunden</li> <li>- Vorhofftachykardien (supraventrikuläre Tachykardie, Vorhofflattern, Vorhofflimmern)</li> <li>- Ventrikuläre Extrasystolen (mehr als eine VES in 10 Sekunden Aufzeichnung)</li> <li>- Ventrikuläre Arrhythmien (Couplets, Triplets, ventrikuläre Tachykardien)</li> </ul> <p>* QT<sub>C</sub>-Zeitberechnung nach Bazett nur bei einer Herzfrequenz von mindestens 50 /min, ansonsten Wiederholung des EKG nach leichter Belastung</p>

### 3.2 Kinder mit angeborenen Herzerkrankungen

Eine Einschätzung der Sporttauglichkeit sollte bei Kindern mit angeborenen Herzerkrankungen spätestens im Vorschulalter erfolgen, um eine Beratung in Bezug auf die Schulsportteilnahme durchführen zu können.<sup>10</sup>

#### 3.2.1 Zielsetzung

Ziel der Sporttauglichkeitsuntersuchung ist es, in einer detaillierten herzfelerspezifischen Nachuntersuchung alle Restdefekte zu erfassen und eventuelle Risiken beim Sport zu minimieren. Hierbei hängt die Sporttauglichkeit nicht von der Leistungsfähigkeit ab, sondern ausschließlich vom Risiko, dass beim Patienten sportbedingt akut kardiale Probleme auftreten oder diese langfristig bei sportlicher Betätigung entstehen können. Die körperliche Belastungseignung hängt daher nicht nur vom ursprünglichen Herzfehler ab, sondern vor allem von den aktuellen Befunden<sup>6</sup>.

In dieser Leitlinie werden ausschließlich die Untersuchungen zur Sporttauglichkeit beschrieben. Die genaue Kenntnis des Herzfehlers, der therapeutischen Schritte und des aktuellen herzfehlerspezifischen Status einschließlich aller Restbefunde ist notwendige Voraussetzung.

### 3.2.1 Anamnese

Eine detaillierte Erhebung der Familien- und Eigenanamnese ist für alle Kinder und Jugendlichen mit angeborenen Herzerkrankungen obligat (Tabelle 4). Besonders wichtig ist die Frage nach belastungsabhängigen Symptomen wie thorakalen Schmerzen, ausgeprägter Dyspnoe, Belastungszyanose, Palpitationen, Schwindelgefühl und Synkopen.

**Tab. 4: Anamnese** (modifiziert nach Schober <sup>11</sup>)

<b>Familienanamnese</b>	
Herz-Kreislaufkrankungen angeboren	frühe Todesfälle vor dem 50. Lebensjahr, unklare Todesfälle, Rhythmusstörungen Kardiomyopathien
erworben	arterieller Hypertonus Myokardinfarkt Gefäßerkrankungen
Stoffwechselerkrankungen	Diabetes mellitus Fettstoffwechselstörungen Schilddrüsenerkrankungen
<b>Eigenanamnese</b>	
Angeborener Herzfehler	Bezeichnung, Schweregrad, Operationen/Interventionen Herz-/Kreislaufwirksame Medikamente Komplikationen NYHA-Klassifikation
Aktuelle Beschwerden in Ruhe / bei Belastung Herz-Kreislauf	Zyanose, Thoraxschmerzen, Dyspnoe Palpitationen / Arrhythmie, Schwindelgefühl (Prä-)Synkopen
orthopädische Beschwerden Sonstige Beschwerden	
Neurologische Erkrankung Entwicklungsstörung	Krampfleiden Parese, Koordinationsstörung, psychomotorische /-mentale /- soziale Entwicklungsverzögerung
Sonstige chronische Erkrankungen	Allergien, Asthma bronchiale arterielle Hypertonie Diabetes mellitus u.a.
Sonstige relevante Vorerkrankungen / Operationen, Verletzungen	Meningitis, Pneumonie u.a.
Sonstige Medikamentöse Dauertherapie	
Seh- / Hörstörung	Seh- / Hörhilfe
Impfstatus	Tetanusschutz
Ernährung/Ernährungsstörung	Anorexie / Bulimie Adipositas
Nikotin-, Alkohol-, Drogenabusus evt. gynäkologische Anamnese evt. Trainingsanamnese	Ausgeübter Sport Verlauf seit Voruntersuchung

### 3.2.2 Klinische Untersuchung

Neben der Erfassung des üblichen kardialen Status ist auch eine vollständige körperliche Untersuchung sowie eine orientierende orthopädische und sportmotorische Untersuchung in Anlehnung an die altersentsprechenden pädiatrischen Vorsorgeuntersuchungen notwendig, um dem Entwicklungsstand des Kindes Rechnung tragende Sportaktivitäten zu empfehlen. Ggfs. sind weitergehende diagnostische oder therapeutische Maßnahmen (z.B. in Sozialpädiatrischen Zentren) einzuleiten.

### 3.2.3 Ruhe-Elektrokardiogramm

Die Ableitung eines 12-Kanal-Ruhe-EKGs mit Rhythmusstreifen ist obligat. Erfasst werden neben Rhythmusstörungen Zeichen für angeborene Herzerkrankungen, die mit Arrhythmien verbunden sind (QT-Zeit, Hypertrophiezeichen, Repolarisationsstörungen, Präexcitation).

### 3.2.4 Langzeit-Elektrokardiogramm

Die Ableitung eines Langzeit-EKGs erfolgt bei anamnestischen Hinweisen auf kardiale Arrhythmien wie Palpitationen, Schwindel oder (Prä-)Synkopen, auffälligen Befunden im Ruhe- oder Belastungs-EKG sowie bei bestimmten Vitien, die gehäuft mit überwachungspflichtigen bzw. behandlungsbedürftigen Herzrhythmusstörungen einhergehen (Fallotsche Tetralogie, Ebstein-Anomalie, Transposition der großen Arterien, funktionell univentrikuläre Herzen, Schrittmacherpatienten, Z.n. Herztransplantation).

### 3.2.5 Ergometrie und Spiroergometrie

Eine Belastungsuntersuchung ist in etwa ab einem Alter von 6-8 Jahren relativ zuverlässig möglich. Zuvor ist die Motivation zur Ausbelastung auch auf dem Laufband schwierig, für rhythmologische Fragestellungen jedoch möglich. Für die meisten Patienten mit angeborenen Herzerkrankungen wird die Belastungsuntersuchung sowohl zur Risikostratifizierung als auch zur Erstellung eines Trainingsplanes empfohlen.<sup>7, 12</sup>. Darüber hinaus kann eine Belastungsuntersuchung mit Ausschluss von signifikanten Risikofaktoren zur besseren Akzeptanz der Erziehungsberechtigten und Lehrer bezüglich der Sportausübung des Kindes führen.

Die **Ergometrie** (EKG und Blutdruckmessung unter steigender Belastung) dient dem Ausschluss von belastungsabhängigen Rhythmusstörungen, Ischämien (ST-Streckensenkungen um mehr als 0.2 mV) und einem unzureichenden Blutdruckanstieg bzw. einem Blutdruckabfall, sowie der Überprüfung einer sporttauglichen Schrittmacherprogrammierung.

Die **Spiroergometrie** ist gegenüber der einfachen Ergometrie bei der Sportberatung aussagekräftiger. Sie liefert zusätzlich Daten zur Ventilation, zum Gasaustausch sowie zur Sauerstoffsättigung. Mit ihr können eine Kreislaufinsuffizienz unter Belastung (Ischämie, Klappenstenosen, -insuffizienz, Myokardinsuffizienz), belastungsabhängige Shunts (Belastungszyanose), Ventilationsstörungen, ein Ventilations-/Perfusionsmismatch und viele Stoffwechselerkrankungen aufgedeckt werden. Zusätzlich liegt mit der peakVO<sub>2</sub> ein objektiver Messwert für die maximale aerobe Leistungsfähigkeit vor, der zusammen mit der ventilatorischen Schwelle Grundlage zur Erstellung eines Trainingsprogrammes ist.<sup>7</sup>

### 3.2.6 Echokardiographie

Die Echokardiographie ist essentieller Bestandteil der kinder-kardiologischen Untersuchung und dient zur Beurteilung der individuellen anatomischen Situation, von Restdefekten und der kardialen Funktion.

### 3.2.7 Magnetresonanztomographie

Die Ruhe-MRT-Untersuchung des Herzens wird herzfehlerspezifisch als Ergänzung zur Echokardiographie eingesetzt. Insbesondere nach operativer Korrektur einer Aortenisthmusstenose sollte sie zum Ausschluss von aortalen Aneurysmen auch bei unauffälligen Echobefunden erwogen werden.

### 3.2.8 Röntgen, Computertomographie, Herzkatheteruntersuchung

Der Einsatz von ionisierender Strahlung zur Beurteilung einer Sporttauglichkeit außerhalb von klinischen Fragestellungen ist nicht vertretbar.



### **3.3 Durchführung der Diagnostik und Beratung**

Die Sporttauglichkeitsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen mit angeborenen Herzerkrankungen muss von einer Kinderärztin/einem Kinderarzt mit der Schwerpunktbezeichnung Kinderkardiologie durchgeführt werden. Die Beratung und Erstellung eines Trainingsplanes soll in Zusammenarbeit mit einem Sportmediziner durchgeführt werden.

## **4 Sportempfehlungen**

### **4.1 Offensichtlich gesunde Kinder und Jugendliche**

Verschiedene Studien belegen eine kontinuierliche Abnahme der motorischen Fähigkeiten und der aeroben Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Verlauf der letzten Jahrzehnte<sup>13-16</sup>. Parallel dazu zeigt sich eine Zunahme der Häufigkeit von Übergewicht und Adipositas bereits im Kindes- und Jugendalter<sup>17</sup>. Sekundär kann es frühzeitig zur Entwicklung eines erhöhten kardiovaskulären Risikoprofils und zu Folgeerkrankungen wie Diabetes mellitus Typ 2, arterieller Hypertonie und Hyperlipidämie kommen.<sup>18, 19</sup> Ursächlich für diese Entwicklung scheint vor allem die Inaktivität, verbunden mit zunehmendem Medienkonsum, zu sein.<sup>20, 21</sup>

Um dieser Entwicklung zu begegnen, empfiehlt die WHO für Kinder und Jugendliche mindestens 60 Minuten Bewegungszeit täglich mit moderater bis intensiver körperlicher Aktivität, sowie eine konsequente Begrenzung des Medienkonsums. Die ausgeübten körperlichen Aktivitäten sollen abwechslungsreich, alters- und entwicklungsangepasst sein und Freude machen.<sup>22</sup> Auch Krafttraining führt zu einer günstigen Beeinflussung des kardiovaskulären Risikoprofils bei Jugendlichen.<sup>23</sup> Darüber hinaus kann ein altersadäquates und von erfahrenen Trainern geleitetes Kraft- und Koordinationstraining zur Prophylaxe von Sportverletzungen beitragen.<sup>24</sup>

### **4.2 Kinder und Jugendliche mit angeborenen Herzerkrankungen**

Die Sportausübung ist für die Gesamtentwicklung eines herzkranken Kindes nicht nur im körperlichen und motorischen Bereich, sondern auch auf dem Gebiet der kognitiven, emotionalen und psychosozialen Entwicklung von herausragender Bedeutung.<sup>6, 12, 25</sup> Ohne Residualbefunde ist eine volle Sporttauglichkeit gegeben<sup>26</sup>. Die Sporttauglichkeitsuntersuchung sollte einen körperlich aktiven Lebensstil der Patienten mit angeborenen Herzerkrankungen fördern. Ein Sportverbot ist nur in seltenen Fällen notwendig. Eine Einschränkung ist auch bei reduzierter Belastbarkeit nur nach individueller Risikoeinschätzung gerechtfertigt. Auch aus psychosozialen Gründen ist dennoch eine Teilnahme am Schulsport zu fordern, hierbei sollte sich die Benotung an der individuellen Belastbarkeit orientieren.

Im Folgenden werden einzelne Krankheitsbilder hinsichtlich ihres Risikopotentials beschrieben.

#### **4.2.1. Arrhythmien**

##### **4.2.1.1. Supraventrikuläre Extrasystolen**

Supraventrikuläre Extrasystolen werden bei Kindern und Jugendlichen häufig beobachtet. Wenn es keine Hinweise für höhergradige Arrhythmien gibt, besteht keine Notwendigkeit einer Einschränkung der sportlichen Aktivitäten.<sup>27-29</sup>

##### **4.2.1.2. Ventrikuläre Extrasystolen**

Ventrikuläre Extrasystolen treten bei Kindern und Jugendlichen ebenfalls häufig auf. Im 24-Stunden-EKG können bei bis zu 27 % der gesunden Jugendlichen ventrikuläre Extrasystolen beobachtet werden (Nagashima et al., 1987). Meist sind sie harmlos, in etwa der Hälfte der Fälle verschwinden sie im weiteren Verlauf spontan (Cagdas et al. 2008). Als Benignitätskriterien gelten ein Verschwinden der Extrasystolie unter körperlicher Belastung und ein monomorphes Bild im Langzeit-EKG (Expertenkonsens). Allerdings können ventrikuläre Extrasystolen auch ein erster Hinweis auf eine Myokarditis, eine hypertrophe Kardiomyopathie, eine arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie oder andere strukturelle Herzerkrankungen sein, die mit einem erhöhten Risiko für einen plötzlichen Herztod assoziiert sind. Daher sollten bei Kindern und Jugendlichen mit ventrikulären Extrasystolen eine Echokardiographie, ein Langzeit-EKG und ein Belastungs-EKG

erfolgen. Werden hierbei auffällige Befunde erhoben, oder ist die Familienanamnese im Hinblick auf plötzliche Todesfälle auffällig, sind auch weitergehende Untersuchungen, wie ein kardiales MRT oder eine Herzkatheteruntersuchung sinnvoll. Symptomfreie Kinder und Jugendliche, die eine unauffällige Echokardiographie, eine normale QT-Zeit und im Langzeit-EKG monomorphe ventrikuläre Extrasystolen aufweisen, die unter Belastung verschwinden, können ohne Einschränkungen Sport treiben. Allerdings sollten jährliche Verlaufskontrollen erfolgen, und die Empfehlung bezüglich der sportlichen Aktivitäten anhand der dabei erhobenen Befunde überdacht werden.<sup>27, 29, 30</sup>

#### **4.2.1.3. Supraventrikuläre Tachykardien**

Die häufigste Ursache supraventrikulärer Tachykardien bei Kindern und Jugendlichen sind akzessorische atrioventrikuläre Leitungsbahnen (offen oder verborgen) und ein AV-Knoten mit dualen Leitungseigenschaften. Bei strukturell unauffälligem Herzen ist nach erfolgreicher Katheterablation Sport ohne Einschränkungen möglich.<sup>27-29</sup> Ferner können Kinder und Jugendliche, die nur seltene und über wenige Sekunden anhaltende Tachykardien ohne hämodynamische Beeinträchtigung haben, ebenfalls Sport ausüben.<sup>29</sup> Bei symptomatischen supraventrikulären Tachykardien sollte bis zu einer Therapie keine Teilnahme an wettkampfsportlichen Aktivitäten erfolgen.<sup>27-29</sup>

#### **4.2.1.4. Asymptomatische ventrikuläre Präexzitation vom WPW-Typ**

Bei asymptomatischer Präexzitation scheint insbesondere bei Wettkampfsportlern ein erhöhtes Risiko für einen plötzlichen Herztod zu bestehen. Daher sollte in diesen Fällen eine Evaluation mit einem Belastungs-EKG erfolgen.

Zeigt sich dabei ein abrupter und vollständiger Verlust der Präexzitation, ist die Teilnahme an sportlichen Aktivitäten ohne Einschränkungen möglich. Bei Persistenz der Präexzitation ist eine elektrophysiolog. Untersuchung indiziert (siehe Leitlinie Tachykardie)(Cohen et al., 2012).

#### **4.2.1.5. Ventrikuläre Tachykardien**

Beim Nachweis von VT ist eine ausführliche rhythmologische Diagnostik notwendig (siehe Leitlinie Tachykardien). Bis zum Abschluss der Diagnostik ist ein Sportverbot auszusprechen.

Die idiopathischen ventrikulären Tachykardien haben dabei ein marginales Risiko für einen plötzlichen Herztod (Tabelle 5), im Gegensatz zu den ventrikulären Tachykardien bei Ionenkanalerkrankungen (Tabelle 6) oder Kardiomyopathien (Tabelle 7).



**Tab. 5: Sportempfehlungen für Patienten mit idiopathischen ventrikulären Arrhythmien** (modifiziert nach Heidbüchel<sup>30</sup>)

Arrhythmie	Kriterien	Empfehlungen	Häufigkeit der Kontrollen
Idiopathische ventrikuläre Extrasystolen	Asymptomatisch leere Familienanamnese für plötzlichen Herztod monomorphe VES oder Couplets Keine Häufung unter Belastung Keine strukturelle oder arrhythmogene Erkrankung als Ursache	Keine Einschränkungen	jährlich
Polymorphe VES	Übrigen Patienten, die obige Kriterien nicht erfüllen, jedoch ebenso ohne strukturelle oder arrhythmogene Erkrankung als Ursache der VES haben	Trainingspause für 3-6 Monate, bei Übergang in obere Gruppe, keine Einschränkungen	3-12 monatlich
Idioventrikulärer Rhythmus	Asymptomatisch unter Belastung leere Familienanamnese für plötzlichen Herztod Keine strukturelle oder arrhythmogene Erkrankung als Ursache	Keine Einschränkungen	jährlich
Idiopathische monomorphe VT (RVOT-VT, LVOT-VT, Verapamil-sensitive LV-VT)	Asymptomatische, kurze, nicht-anhaltende monomorphe VT (<10-er Salve)	Keine Einschränkungen	jährlich
	Nach erfolgreicher Ablation eines Fokus oder eines faszikulären Reentrys ohne Rezidiv für mind. 3 Monate	Keine Einschränkungen	3-12 monatlich
	Nach Beginn einer medikamentösen Therapie ohne Rezidiv für mind. 3 Monate	Kein Leistungssport, Vermeidung von extremen Belastungsspitzen	3-12 monatlich

#### 4.2.1.6. Ionenkanalerkrankungen

Ionenkanalerkrankungen sind selten auftretende genetische Erkrankungen des Herzens, die mit einem erhöhten Risiko für einen plötzlichen Herztod einhergehen. Die häufigsten Ionenkanalerkrankungen sind das Long QT-Syndrom, das Brugada-Syndrom, die Katecholaminsensitive polymorphe ventrikuläre Tachykardie (CPVT) und das Short QT-Syndrom. Insbesondere für das Long QT-Syndrom und die CPVT ist bewiesen, dass sportliche Aktivitäten und psychischer Stress lebensbedrohliche Arrhythmien triggern können. Bei Vorliegen dieser Ionenkanalerkrankungen sind wettkampfsportliche Aktivitäten kontraindiziert.<sup>27, 29-31</sup> Freizeitsportliche Aktivitäten und Schulsport unter Umständen ausgeübt werden (Tabelle 6). Dabei sollten plötzliche Belastungsspitzen, sehr lange Belastungsdauer und Sport bei großer Hitze oder hoher Luftfeuchtigkeit vermieden werden.

Bei asymptomatischen und arrhythmiefreien Genträgern mit normaler QT-Zeit sind im Freizeitsport nur Einschränkungen für LQTS1-Genträger (Wassersportarten) nötig.

Die Teilnahme am Leistungssport ist für LQTS Patienten weiterhin Gegenstand der Expertendiskussion.<sup>32</sup> Vorläufige Daten haben gezeigt, dass für einzelne Patienten mit einem LQTS die Teilnahme am Leistungssport sicher war.<sup>33</sup> Dies traf auf genetisch gesicherte LQTS Patienten mit niedrigem Risiko, grenzwertig verlängertem QT-Intervall, fehlenden Symptomen und leerer Familienanamnese unter entsprechender Therapie sowie unter Aufsicht von geschultem Personal und Bereitstellung eines Automatischen Elektrischen Defibrillators (AED) zu.

**Tab. 6: Sportempfehlungen für Patienten mit Ionenkanalerkrankungen** (modifiziert nach Heidbüchel<sup>30</sup>, ICD-Indikationen siehe DGPK-Leitlinie „Tachykarde Rhythmusstörungen: Indikationen zur ICD Therapie“)

Arrhythmie	Kriterien	Empfehlungen	Häufigkeit der Kontrollen
Alle LQTS	Symptomatisch (Synkope)	Sport nur im niedrigen Belastungsbereich Kein Leistungssport [ICD-Indikation]	3-6 monatlich
LQTS1	Asymptomatische Genträger mit normaler QT-Zeit	Kein Wassersport	jährlich
	Asymptomatisch, aber QTc > 500 ms	Freizeitsport nur mit niedriger Belastung Kein Ausdauertraining Kein Wassersport Kein Leistungssport	jährlich
	VT trotz $\beta$ -Blocker-Therapie	Sport möglichst vermeiden [ICD erwägen]	3-6 monatlich
LQTS3	Asymptomatische Genträger mit normaler QT-Zeit	Keine Einschränkungen	1-3 jährlich, jährlich bei Leistungssport
	Asymptomatisch, aber QT-Zeit-Verlängerung	Keine Einschränkungen im Freizeitsport Leistungssport nur mit niedriger oder mittlerer Belastung	jährlich
Andere LQTS, unklassifizierte LQTS oder medikamenten-induzierte LQTS	Asymptomatische Genträger mit normaler QT-Zeit	Keine Einschränkungen	jährlich
	Asymptomatisch, aber QT-Zeit-Verlängerung	Sport nur mit niedriger oder mittlerer Belastung	jährlich
SQTS		Unklar, eher nicht an Sport assoziiert, dennoch z.Zt. nur Leistungssport mit niedriger Belastung	jährlich
BRS (Brugada)	Genträger ohne EKG-Veränderungen oder mit EKG-Veränderungen aber niedrigem Risiko	Im Freizeitsport keine Einschränkungen Leistungssport nur mit niedriger oder mittlerer Belastung	jährlich
	Synkope oder VT	[ICD erwägen]	3-6 monatlich
CPVT	Keine Symptome oder VT	Freizeitsport nur mit niedriger Belastung Kein Leistungssport	jährlich
	Synkopen oder anhaltende VT trotz $\beta$ -Blocker-Therapie	Sport möglichst vermeiden [ICD erwägen]	3-6 monatlich

#### 4.2.1.7. Kardiomyopathien (Hypertrophe Kardiomyopathie HCM, dilatative Kardiomyopathie DCM, non-compaction Kardiomyopathie NCCM, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie ARVC)

Kardiomyopathien sind die häufigsten Todesursachen im Leistungssport.<sup>34</sup> Es sind je nach Befund individuelle Pläne für den Freizeitbereich zu erstellen, in Einzelfällen ist sogar eine sportliche Betätigung im niedrigen Belastungsbereich möglich (Tabelle 7).

Für die non-compaction Kardiomyopathie gibt es derzeit noch keine einheitliche Empfehlung, die Sportbeschränkung ist dabei wohl von der dilatativen Komponente abhängig.

Bei klinisch symptomatischen Patienten mit ARVD ist aufgrund des Risikos für höhergradige VTs/VFib ein Sportverbot auszusprechen.

**Tab. 7: Sportempfehlungen für Patienten mit Kardiomyopathien** (modifiziert nach Pellicia<sup>35</sup>, ICD-Indikationen siehe DGPK-Leitlinie „Tachykardie Rhythmusstörungen: Indikationen zur ICD Therapie“)

Erkrankung	Kriterien	Empfehlungen	Häufigkeit der Kontrollen
ARVC	Genträger ohne typischer Befunde	Keine Einschränkungen, evtl. hohe dynamische Belastungen vermeiden	jährlich
	Mit phänotypischer Ausprägung	Sport möglichst vermeiden Kein Leistungssport [ICD erwägen]	jährlich
HCM	Genträger ohne typische Befunde	Im Freizeitsport keine Einschränkungen Leistungssport nur mit niedriger Belastung	jährlich
	Mit phänotypische Ausprägung aber Septum- oder Hinterwanddicke < 30 mm bzw. z-Wert < 6	Freizeitsport nur mit niedriger oder mittlerer Belastung Leistungssport nur mit niedriger Belastung	jährlich
	Gradient >30 mmHg oder Wanddicke > 30 mm oder z-Wert > 6 oder Symptome	Freizeitsport nur mit niedriger Belastung Kein Leistungssport [ICD erwägen]	jährlich
DCM	bei EF < 35% und QRS > 120 ms mit LSB	Freizeitsport nur mit niedriger statischer Belastung und niedriger bis mittlerer dynamischer Belastung Kein Leistungssport [ICD erwägen]	3-6 monatlich
NCCM	Ohne dilatative Komponente, normales Belastungs-EKG	Unklar, eher kein Arrhythmierisiko	jährlich
Myokarditis	akut	Kein Sport für 6 Monate	6-12 monatlich

#### 4.2.2. Synkopen

Die Abklärung sollte anhand der aktuellen Empfehlungen erfolgen (siehe DGPK Leitlinie Synkope). Bei Synkope unter körperlicher Belastung sollte bis zur Klärung der Ursache kein Sport betrieben werden. Zeigt die Diagnostik, dass es sich um Reflexsynkopen handelt, ist jegliche Sportausübung möglich. Bei kardialen Synkopen richtet sich die Sporttauglichkeit nach der zugrunde liegenden Erkrankung.<sup>27</sup>

#### 4.2.3. Medizinische Implantate

##### 4.2.3.1 Herzschrittmacher

Grundsätzlich können Patienten mit Herzschrittmacher nach ausführlicher kardiologischer Evaluation Sportarten mit niedriger bis moderater Intensität ausüben.<sup>27, 30, 36 37</sup> Bei der Beurteilung der Sporttauglichkeit muss auch die zugrunde liegende Herzerkrankung und der aktuelle kardiale Status Berücksichtigung finden. Bei der Auswahl der Sportart ist zu berücksichtigen, dass das Schrittmachersystem durch direkten Schlag oder durch wiederholte Quetschung der Elektrode zwischen Clavicula und Rippe dauerhaft geschädigt werden kann.<sup>38-40</sup> Daher sollten Kampfsportarten und Ballsportarten mit einem hohen Risiko für einen Schlag gegen den Brustkorb vermieden werden. Bei Sportarten mit starker Belastung eines Armes sollte der Schrittmacher auf der Gegenseite implantiert werden. Beim Tauchen wird der Schrittmacher einem hohen Druck ausgesetzt, was zum Eindringen von Flüssigkeit mit nachfolgendem Funktionsverlust führen kann.<sup>41</sup> Die Hersteller empfehlen je nach Modell nur eine maximalen Tauchtiefe von 5-20 Metern, direkte Tests in der Druckkammer zeigten keine Veränderungen bis 30 Meter Tauchtiefe.<sup>42</sup> Auch Sportarten, die bei plötzlicher Präsynkope oder Synkope mit einer erhöhten Gefährdung des Patienten oder von Begleitpersonen einhergehen, sollten von Schrittmacherträgern nicht ausgeübt werden wenn sie nicht seit langer Zeit synkopenfrei sind.<sup>36</sup>

#### 4.2.3.2 ICD

ICD werden bei Kindern und Jugendlichen zur Primär- oder Sekundärprophylaxe implantiert.<sup>43, 44</sup> Da bei einigen dieser Erkrankungen, wie bei der Hypertrophen Kardiomyopathie, dem Long-QT-Syndrom, der arrhythmogenen rechtsventrikulären Dysplasie oder der CPVT, Sport ein Trigger für ventrikuläre Arrhythmien sein kann, sollten bei diesen Patienten auch nach ICD-Implantation und adäquater medikamentöser Therapie nur leichte bis mittlere freizeitsportliche Aktivitäten erlaubt werden.<sup>29-31</sup> Aber auch unabhängig von der Grunderkrankung wird bei Patienten mit ICD von intensiven sportlichen Aktivitäten abgeraten (Tabelle 8).<sup>27, 29</sup> Ähnlich wie bei Schrittmachern besteht das Risiko einer Beschädigung von Aggregat und Elektroden, so dass Sportarten mit Körperkontakt und Ballsportarten, die mit der Gefahr einer traumatischen Schädigung des Systems einhergehen, vermieden werden sollten. Auch von Sportarten mit häufiger und intensiver Armbewegung sollte abgeraten werden und die max. Tauchtiefen eingehalten werden. Ebenso dürfen – analog zum Positionspapier der DGK für die Kfz-Fahrtauglichkeit<sup>45</sup> – drei Monate nach ICD-Implantation wegen ventrikulärer Tachycardie mit Synkope, oder drei Monate nach adäquater Schockabgabe keine Sportarten betrieben werden, die bei Auftreten von Präsynkopen oder Synkopen zu einer Gefährdung des Patienten führen, wie Wassersport, Bergsteigen, Ski fahren, Motorsport oder Radrennen.<sup>27, 30</sup>

**Tab 8: Sportempfehlungen für Patienten mit ICD**

Kriterien	Empfehlungen	Häufigkeit der Kontrollen
generell	Keine Sportarten mit Risiko für Beschädigung der Sonden oder des ICD (Kontaktsportarten, extreme Armbewegungen auf der ICD-Seite, Flaschentauchen) Leistungssport nur mit niedriger Belastungsstufe Freizeitsport mit niedriger oder mittlerer Belastung Keine Verwendung von magnetischen oder elektrischen Geräten am Körper zur Trainingsüberwachung	6 monatlich
Nach Implantation	Kein Sport für 6 Wochen	6 Wochen
Nach sekundärprophylaktischer Implantation wegen ventrikulären Tachykardien mit Synkope	Keine Sportarten mit Gefahr bei Bewusstseinsverlust (Wassersport, Radsport, Skifahren, ...) für 3 Monate	3 Monate
Nach adäquaten Schock	Keine Sportarten mit Gefahr bei Bewusstseinsverlust für 3 Monate	3 Monate

#### 4.2.3.3 Sonstige Implantate

Prinzipiell können Patienten mit künstlichen Herzklappen, Stents, Conduits oder sonstigen Implantaten Sport betreiben. Es liegen keinerlei Daten vor, die eine direkte mechanische Schädigung der Implantate durch Ausübung von Sport belegen.

#### 4.2.4. Sport nach Fontanoperation

Patienten mit univentrikulärer Kreislaufsituation dürfen und sollen Sport treiben. Durch ein vermindertes Vermögen, ihr Herzminutenvolumen zu steigern, sind sie dabei jedoch in ihrer maximalen Belastbarkeit eingeschränkt. Sie werden sich daher selbst in ihrer Leistung beschränken. Dieser Freiraum zum Abbruch der sportlichen Tätigkeit sollte diesen Patienten auch im Schulsport gewährt werden.

Da bei Anstieg des intrathorakalen Druck die Lungenperfusion und somit das Herzzeitvolumen bei „Fontanpatienten“ abnimmt, muss ein Valsalva-Maneuver (Pressen bei starker Kraftanstrengung) strikt vermieden werden. Daher dürfen auch Patienten nach Fontanoperation nicht tauchen.<sup>46</sup>

#### 4.2.5. Zyanose

Bei den meisten zyanotischen Vitien verstärkt sich die Zyanose unter Belastung. Dies beschränkt die Leistungsfähigkeit und somit auch die Aktivität der Patienten. Da von einer leichten bis mittleren

Zyanose selbst keine Gefahr ausgeht, können die Patienten Sport treiben, solange sie subjektiv symptomfrei sind.<sup>12</sup>

#### **4.2.6. Pulmonale Hypertonie**

Bei Patienten mit pulmonaler Hypertonie und bestehendem rechts-links-Shunt gelten die Empfehlungen für Zyanose. Liegt jedoch keine Shuntmöglichkeit (mehr) vor, kann es unter körperlicher Belastung zum Kreislaufversagen und Synkopen kommen. Diese Patienten sollten sich auf Sportarten mit leichter dynamischer und leichter statischer Belastung beschränken und diese auch nur ohne Leistungsdruck ausüben. Finden sich bereits Synkopen in der Anamnese, ist körperliche Belastung ohne medizinische Überwachung auf ein Minimum zu beschränken.

#### **4.2.7. Aortendilatation und –dissektion**

Generell ist bei einer Aortendilatation (> 2s ) Sport auf niedrige bis mittlere dynamische Belastungen zu begrenzen, statische Belastungen sollten wegen des Blutdruckanstieges vermieden werden. Sportarten mit der Gefahr der Thoraxkompression sind strikt zu meiden, da insbesondere die Insertionsstelle des Ligamentum arteriosum am Aortenisthmus für eine Dissektion gefährdet ist. Von Sportwettkämpfen wird generell abgeraten.

Bei Patienten mit Bindegewebserkrankungen mit Aortenbeteiligung wie Marfan-Syndrom, Loeys-Dietz-Syndrom oder Ehlers-Danlos-Syndrom ist individuell nach Aortenbefund und –verlauf zu beurteilen, ob nicht noch weitergehende Einschränkungen notwendig sind.

Bei einer bereits bestehenden Dissektion der deszendierende Aorta (*Typ B Dissektion*), die nicht operationspflichtig ist, kann je nach Symptomatik, Befund und Progressionsneigung unter Umständen Freizeitsport auf Sportarten mit leichter dynamischer Belastung ohne wesentliche statische Belastung erlaubt werden.

#### **4.2.8. Thrombozytenaggregationshemmung, Antikoagulation**

Unter Thrombozytenaggregationshemmung sind Sportarten mit dem hohen Risiko von stumpfen Kopftraumen (z. B. Boxen, Karate, Tae-Kwon-Do) zu meiden.

Unter Antikoagulation ist obige Empfehlung auf alle Kontaktsportarten zu erweitern.

#### **4.2.9. Schwere systemventrikuläre Dysfunktion**

Liegt eine schwere systemventrikuläre Dysfunktion vor, können durch hohe Belastung ventrikuläre Tachykardien getriggert werden. Dies ist unter anderem bei einer dilatativen Kardiomyopathie, bei einer hypertrophen Kardiomyopathie, aber auch bei einigen Patienten mit systemischem rechten Ventrikel zu beachten, weswegen diese sportlich auf niedrige und mittlere Belastungsintensitäten zu begrenzen sind.

#### **4.2.10. Nach Herzkatheter, nach Operation**

Eine Wiederaufnahme vorheriger sportlicher Aktivität ist nach unkomplizierten interventionellen oder chirurgischen Eingriffen in der Regel nach einer Woche gegeben. Den konkreten Zeitpunkt und Art und Ausmaß der vertretbaren Sportart muss anhand der Restbefunde und der Medikation individuell festgelegt werden. In einem überwachten Rehabilitationsprogramm kann dies rasch erfolgen. Während der Effekt einer frühen körperlichen Rehabilitation in der Kardiologie und Herzchirurgie nach stattgehabtem Herzinfarkt durch randomisierte klinische Studien belegt ist, fehlen entsprechende Nachuntersuchungen im Bereich der angeborenen Herzfehler. Die Zeitdauer bis zum Erreichen der maximalen Belastbarkeit kann bis zu mehreren Monaten nach Herzlungenmaschinenoperation reichen.<sup>47</sup> Der Heilungsprozess nach Sternotomie ist nach ca. 6 Wochen abgeschlossen, sodass diesbezüglich wieder statische Belastungen und Kontaktsportarten möglich sind.

## 5 Literatur

1. Bjarnason-Wehrens B, Schulz O, Gielen S, Halle M, Dürsch M, Hambrecht R, Lowis H, Kindermann W, Schulze R and Rauch B. Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. *Clin Res Cardiol.* 2009;4:1-44.
2. US Department of Health and Human Services. . Atlanta GUDoHaHSCFDCaP, National Center for Chronic Disease and Health Promotion. Physical activity and health: a report of the surgeon general. 1996.
3. Hollmann W and Strüder HK. *Sportmedizin Grundlagen für körperliche Aktivität Training und Präventivmedizin.* 5 ed. Stuttgart: Schattauer; 2009.
4. Graf C and Höher J. *Fachlexikon Sportmedizin. Bewegung, Fitness und Ernährung von A-Z:* Deutscher Ärzte-Verlag; 2009.
5. Gielen S. Trainingstherapie – Theoretische Grundlagen und Evidenz. In: B. Rauch, M. Middeke, G. Bönner, M. Karoff and K. Held, eds. *Kardiologische Rehabilitation* Stuttgart: Thieme; 2007.
6. Schickendantz S, Sticker E, Dordel S and Bjarnason-Wehrens B. Bewegung, Spiel und Sport mit herzkranken Kindern. *Deutsches Ärzteblatt.* 2007;104:A563-569.
7. Takken T, Giardini A, Reybrouck T, Gewillig M, Hovels-Gurich HH, Longmuir PE, McCrindle BW, Paridon SM and Hager A. Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the European Congenital Heart and Lung Exercise Group, and the Association for European Paediatric Cardiology. *Eur J Prev Cardiol.* 2012;19:1034-65.
8. Vanhees L, De Sutter J, Gelada SN, Doyle F, Prescott E, Cornelissen V, Kouidi E, Dugmore D, Vanuzzo D, Borjesson M and Doherty P. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR (Part I). *Eur J Prev Cardiol.* 2012;19:670-86.
9. Drezner JA, Ackerman MJ, Anderson J, Ashley E, Asplund CA, Baggish AL, Borjesson M, Cannon BC, Corrado D, DiFiori JP, Fischbach P, Froelicher V, Harmon KG, Heidbuchel H, Marek J, Owens DS, Paul S, Pelliccia A, Prutkin JM, Salerno JC, Schmied CM, Sharma S, Stein R, Vetter VL and Wilson MG. Electrocardiographic interpretation in athletes: the 'Seattle criteria'. *Br J Sports Med.* 2013;47:122-4.
10. Schickendantz S, Dubowy KO and Hövel-Gürich H. Handbuch Sportatlet.
11. Schober PH and Windhaber J. Sport- und Wettkampftauglichkeitsuntersuchungen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd.* 2014;162:207-214.
12. Longmuir PE, Brothers JA, de Ferranti SD, Hayman LL, Van Hare GF, Matherne GP, Davis CK, Joy EA, McCrindle BW, American Heart Association Atherosclerosis H and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Y. Promotion of physical activity for children and adults with congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2013;127:2147-59.
13. Bös K. Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. In: W. Schmidt, I. Hartmann-Tews and W.-D. Bretschneider, eds. *Erster Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht.* 1. Auflage ed. Schorndorf: Hofmann; 2003.
14. Tomkinson GR and Olds TS. Secular changes in aerobic fitness test performance of Australasian children and adolescents. *Med Sport Sci.* 2007;50:168-82.
15. Huotari PR, Nupponen H, Laakso L and Kujala UM. Secular trends in aerobic fitness performance in 13-18-year-old adolescents from 1976 to 2001. *Br J Sports Med.* 2010;44:968-72.
16. Gahche J, Fakhouri T, Carroll DD, Burt VL, Wang CY and Fulton JE. Cardiorespiratory fitness levels among U.S. youth aged 12-15 years: United States, 1999-2004 and 2012. *NCHS data brief.* 2014:1-8.
17. Lobstein T, Baur U, Uauy R and TaskForce IIO. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev.* 2004;5 Suppl 1:4-104.
18. Flechtner-Mors M, Thamm M, Wiegand S, Reinehr T, Schwab KO, Kiess W, Widhalm K, Holl RW, initiative APV and the BCNO. Comorbidities related to BMI category in children and adolescents: German/Austrian/Swiss Obesity Register APV compared to the German KiGGS Study. *Hormone research in paediatrics.* 2012;77:19-26.
19. Kim G and Caprio S. Diabetes and insulin resistance in pediatric obesity. *Pediatr Clin North Am.* 2011;58:1355-61, ix.
20. Herman KM, Chaput JP, Sabiston CM, Mathieu ME, Tremblay A and Paradis G. Combined Physical Activity/Sedentary Behaviour Associations With Indices of Adiposity in 8 to 10 Year Old Children. *Journal of physical activity & health.* 2014.
21. Boddy LM, Murphy MH, Cunningham C, Breslin G, Foweather L, Gobbi R, Graves LE, Hopkins ND, Auth MK and Stratton G. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and clustered cardiometabolic risk in 10- to 12-year-old school children: the REACH Y6 study. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council.* 2014;26:446-51.
22. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S and Trudeau F. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr.* 2005;146:732-7.



23. Peterson MD, Saltarelli WA, Visich PS and Gordon PM. Strength capacity and cardiometabolic risk clustering in adolescents. *Pediatrics*. 2014;133:e896-903.
24. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M and Rowland TW. Youth resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23:S60-79.
25. Bjarnason-Wehrens B, Dordel S, Schickendantz S, Krumm C, Bott D, Sreeram N and Brockmeier K. Motor development in children with congenital cardiac diseases compared to their healthy peers. *Cardiol Young*. 2007;17:487-98.
26. Schickendantz S, Dubowy KO, Sticker E and Bjarnason-Wehrens B. Sporttauglichkeit bei Kindern mit angeborenen Herzfehlern. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2013;161:15.
27. 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 and 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.
28. Heidbuchel H, Panhuyzen-Goedkoop N, Corrado D, Hoffmann E, Biffi A, Delise P, Blomstrom-Lundqvist C, Vanhees L, Ivarhoff P, Dorwarth U and 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.
29. Zipes DP, Ackerman MJ, Estes NA, 3rd, Grant AO, Myerburg RJ and Van Hare G. Task Force 7: arrhythmias. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1354-63.
30. Heidbuchel H, Corrado D, Biffi A, Hoffmann E, Panhuyzen-Goedkoop N, Hoogsteen J, Delise P, Hoff PI and Pelliccia A. Recommendations for participation in leisure-time physical activity and competitive sports of patients with arrhythmias and potentially arrhythmogenic conditions. Part II: ventricular arrhythmias, channelopathies and implantable defibrillators. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006;13:676-86.
31. Maron BJ, Chaitman BR, Ackerman MJ, Bayes de Luna A, Corrado D, Crosson JE, Deal BJ, Driscoll DJ, Estes NA, 3rd, Araujo CG, Liang DH, Mitten MJ, Myerburg RJ, Pelliccia A, Thompson PD, Towbin JA and Van Camp SP. Recommendations for physical activity and recreational sports participation for young patients with genetic cardiovascular diseases. *Circulation*. 2004;109:2807-16.
32. Priori SG, Wilde AA, Horie M, Cho Y, Behr ER, Berul C, Blom N, Brugada J, Chiang CE, Huikuri H, Kannankeril P, Krahn A, Leenhardt A, Moss A, Schwartz PJ, Shimizu W, Tomaselli G, Tracy C, Document R, Ackerman M, Belhassen B, Estes NA, 3rd, Fatkin D, Kalman J, Kaufman E, Kirchhof P, Schulze-Bahr E, Wolpert C, Vohra J, Refaat M, Etheridge SP, Campbell RM, Martin ET, Quek SC, Heart Rhythm S, European Heart Rhythm A and Asia Pacific Heart Rhythm S. Executive summary: HRS/EHRA/APHS expert consensus statement on the diagnosis and management of patients with inherited primary arrhythmia syndromes. *Europace*. 2013;15:1389-406.
33. Johnson JN and Ackerman MJ. Return to play? Athletes with congenital long QT syndrome. *Br J Sports Med*. 2013;47:28-33.
34. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM and Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*. 2009;119:1085-92.
35. Pelliccia A, Corrado D, Bjornstad HH, Panhuyzen-Goedkoop N, Urhausen A, Carre F, Anastassakis A, Vanhees L, Arbustini E and Priori S. Recommendations for participation in competitive sport and leisure-time physical activity in individuals with cardiomyopathies, myocarditis and pericarditis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2006;13:876-85.
36. Israel CW. [Sport for pacemaker patients]. *Herzschrittmachertherapie & Elektrophysiologie*. 2012;23:94-106.
37. Lotfy W, Hegazy R, AbdElAziz O, Sobhy R, Hasanein H and Shaltout F. Permanent cardiac pacing in pediatric patients. *Pediatr Cardiol*. 2013;34:273-80.
38. Schuger CD, Mittleman R, Habbal B, Wagshal A and 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.
39. Deering JA and Pederson DN. Pacemaker lead fracture associated with weightlifting: a report of two cases. *Mil Med*. 1993;158:833-4.
40. Chang SH, Tan CK and Lee SH. Clinical images. Fracture of a pacemaker lead. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 2009;181:823.
41. Kindermann M and Fröhlig G. Körperliche Aktivität und Sport bei Schrittmacherpatienten. *Dtsch Arztebl*. 2004;101:A3191-3197.
42. Lafay V, Trigano JA, Gardette B, Micoli C and Carre F. Effects of hyperbaric exposures on cardiac pacemakers. *Br J Sports Med*. 2008;42:212-6; discussion 216.
43. Apitz C, Gass M, Dornberger V, Kuehlkamp V and Hofbeck M. [The use of implantable cardioverter-defibrillators (ICD) in children and adolescents]. *Klin Padiatr*. 2006;218:270-5.

44. Heersche JH, Blom NA, van de Heuvel F, Blank C, Reimer AG, Clur SA, Witsenburg M and ten Harkel AD. Implantable cardioverter defibrillator therapy for prevention of sudden cardiac death in children in the Netherlands. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2010;33:179-85.
45. Klein HH, Krämer A, Pieske BM, Trappe H-J and de Vries H. Fahreignung bei Kardiovaskulären Erkrankungen. *Kardiologe.* 2010;1:1-26.
46. Eyer mann R. Herzsport bei Kindern und Jugendlichen. *Pädiatrie.* 2001;2:24-27.
47. Butchart EG, Gohlke-Barwolf C, Antunes MJ, Tornos P, De Caterina R, Cormier B, Prendergast B, lung B, Bjornstad H, Leport C, Hall RJ, Vahanian A, Working Groups on Valvular Heart Disease T, Cardiac R and Exercise Physiology ESoC. Recommendations for the management of patients after heart valve surgery. *Eur Heart J.* 2005;26:2463-71.
48. Begley DA, Mohiddin SA, Tripodi D, Winkler JB and Fananapazir L. Efficacy of implantable cardioverter defibrillator therapy for primary and secondary prevention of sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2003;26:1887-96.
49. Connolly HM, Huston J, 3rd, Brown RD, Jr., Warnes CA, Ammass NM and Tajik AJ. Intracranial aneurysms in patients with coarctation of the aorta: a prospective magnetic resonance angiographic study of 100 patients. *Mayo Clin Proc.* 2003;78:1491-1499.
50. Iwamoto M, Niimura I, Shibata T, Yasui K, Takigiku K, Nishizawa T, Akaike T and Yokota S. Long-term course and clinical characteristics of ventricular tachycardia detected in children by school-based heart disease screening. *Circ J.* 2005;69:273-6.

Randomisierte klinische Studien: keine

Methodologisch gut durchgeführte, teils multizentrische Verlaufsbeobachtungsstudien: <sup>15, 16, 18, 20, 21, 23, 25, 33, 34, 37, 44, 48, 49</sup>

Fallberichte: <sup>14, 38-40, 42, 43, 50</sup>

Übersichtsarbeiten: <sup>2-8, 10-13, 17, 19, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 36, 41, 46</sup>

Leitlinien anderer Fachgesellschaften: <sup>1, 9, 27, 29, 31, 32, 45, 47</sup>