

## 10 Störungen der ventrikulären Erregungsausbreitung (Schenkelblockierungen)

A. Lindinger, H.-J. Volkmann

### 10.1 Einleitung

#### 10.1.1 Definition

Bei Schenkelblockierungen handelt es sich um intraventrikuläre Erregungsausbreitungsstörungen. Sie treten infolge einer Leitungsunterbrechung in einem der Tawara-Schenkel (**kompletter Schenkelblock**) oder einer Verzögerung der Erregungsleitung auf (**inkompletter Schenkelblock**). Ein Schenkelblockbild kann auch durch eine Abnahme der Erregungsleitungsgeschwindigkeit bei diffuser Schädigung der Purkinje-Fasern oder des Ventrikelmuskards entstehen – im Kindesalter ist das allerdings selten.

Schenkelblockierungen sind die häufigste Ursache einer verlängerten QRS-Dauer. Da die Breite des QRS-Komplexes bei Kindern und Jugendlichen altersabhängig ist, werden Schenkelblockbilder in diesen Altersgruppen als verlängerte QRS-Dauer oberhalb des altersabhängigen maximalen Normwerts definiert (s. ▶ Tab. 2.1 und ▶ Tab. 5.2).

#### 10.1.2 Einteilung

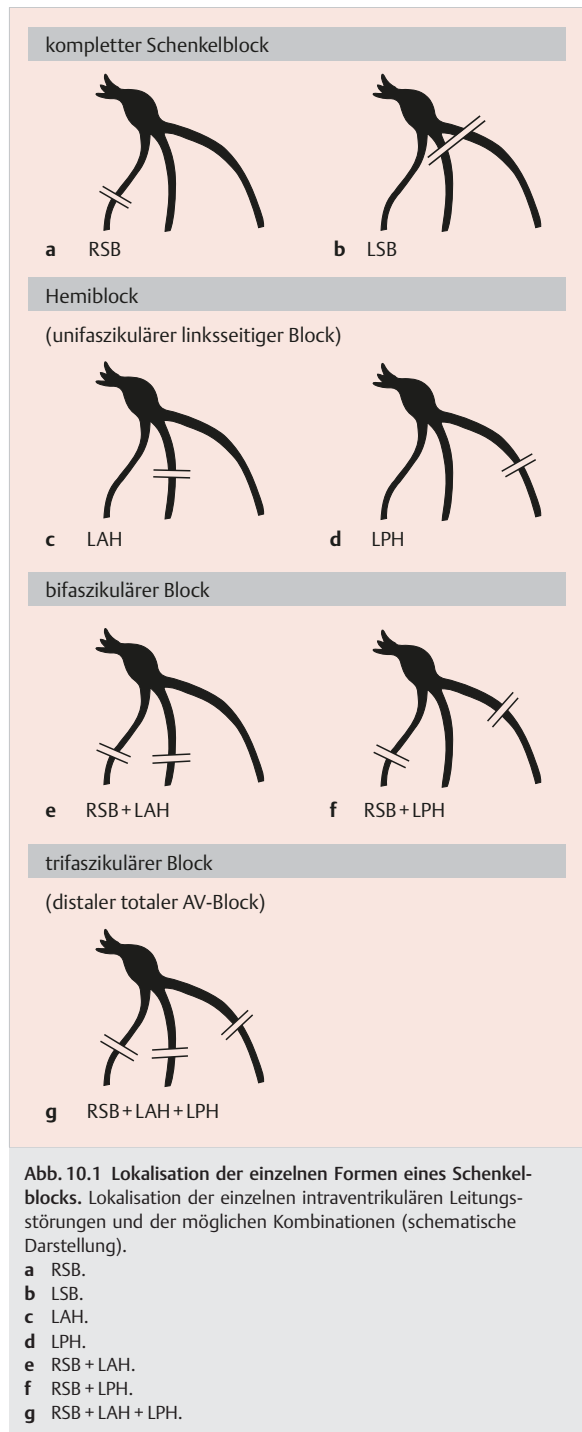
Nach Lokalisation und Ausmaß der Blockierung lassen sich folgende intraventrikuläre Erregungsausbreitungsstörungen unterscheiden (▶ Abb. 10.1, ▶ Abb. 10.2):

- **Rechtsschenkelblock (RSB), kompletter bzw. inkompletter:** Blockierung bzw. Leitungsverzögerung im rechten Tawara-Schenkel
- **Linksschenkelblock (LSB), kompletter bzw. inkompletter:** Blockierung bzw. Leitungsverzögerung beider Faszikel des linken Tawara-Schenkels
- **linksseitiger Hemiblock:** Blockierung in einem der beiden Faszikel des linken Tawara-Schenkels:
  - linksanteriorer Hemiblock (LAH)
  - linksposteriorer Hemiblock (LPH)
- **unifaszikulärer Block:** Blockierung in einem der 3 Faszikel des Erregungsleitungssystems
- **bifaszikulärer Block:** Blockierung in 2 der 3 Faszikel; z. B. bei operierten Vitien (Fallot Tetralogie) Kombination eines RSB mit einem LAH
- **trifaszikulärer Block:** distale Leitungsblockierung in allen 3 Faszikeln (im Kindesalter selten)

#### 10.1.3 EKG

Allgemeine Zeichen eines Schenkelblocks sind:

- verlängerte QRS-Dauer (oberhalb der entsprechenden Altersnorm)
- QRS-Komplex von plumper Form, aufgesplittert und mit meist großer Amplitude
- Beginn der endgültigen Negativitätsbewegung verspätet (QR verlängert, verspäteter oUP)
- sekundäre Störung der Erregungsrückbildung als Folge der abnormen Depolarisation: ST und T sind häufig diskordant.
- PQ-Zeit in der Regel normal, selten verlängert



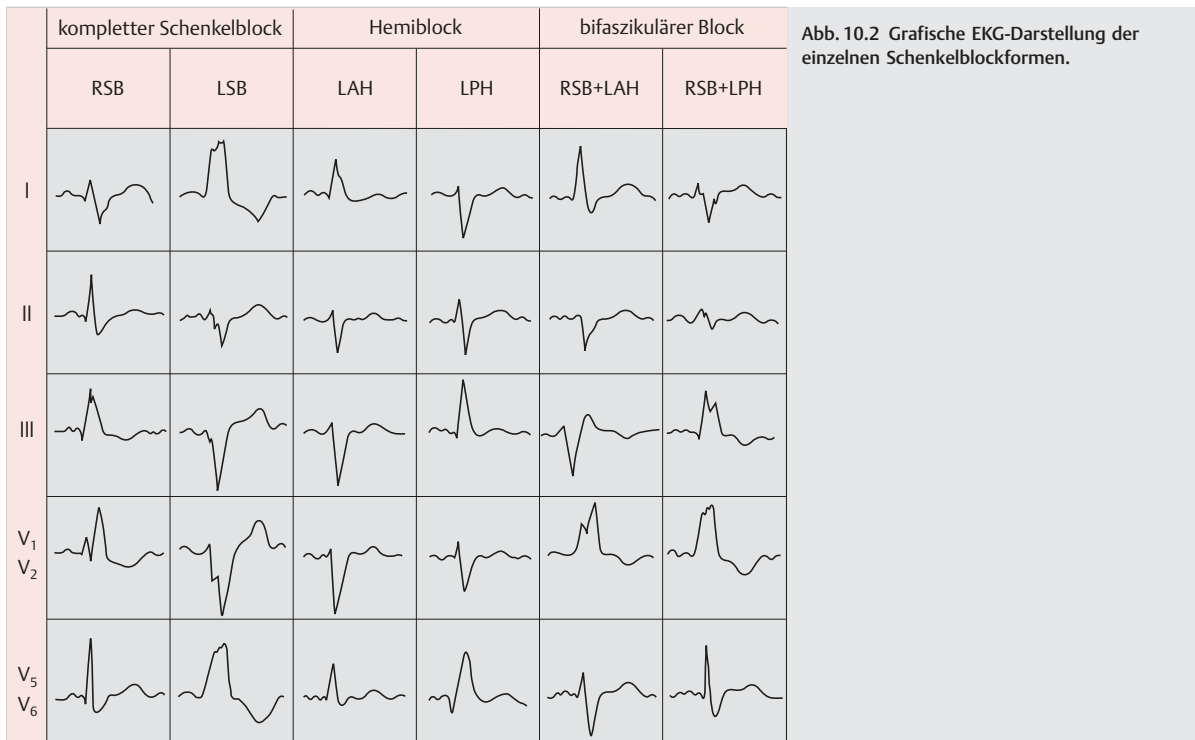


Abb. 10.2 Grafische EKG-Darstellung der einzelnen Schenkelblockformen.

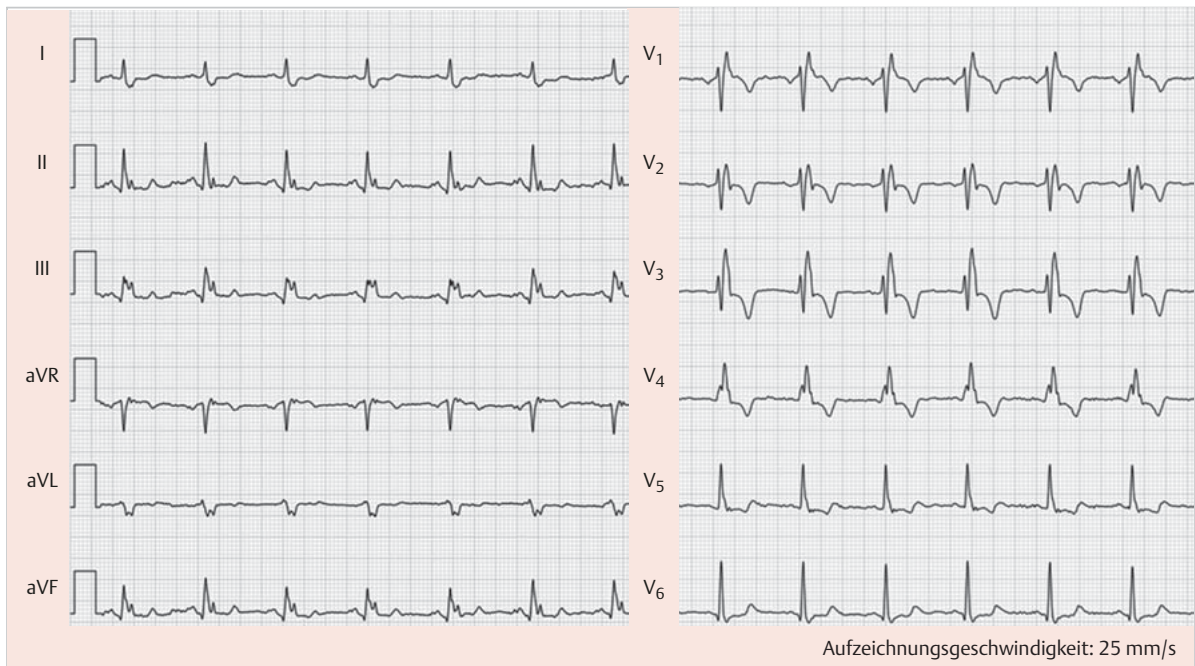


Abb. 10.3 Kompletter Rechtsschenkelblock. 18-jähriger Patient nach Operation einer Fallot-Tetralogie. Sinusrhythmus, HF 78/min; kompletter RSB mit QRS-Verbreiterung (154 ms).

## 10.2 Rechtsschenkelblockformen

### 10.2.1 Kompletter Rechtsschenkelblock

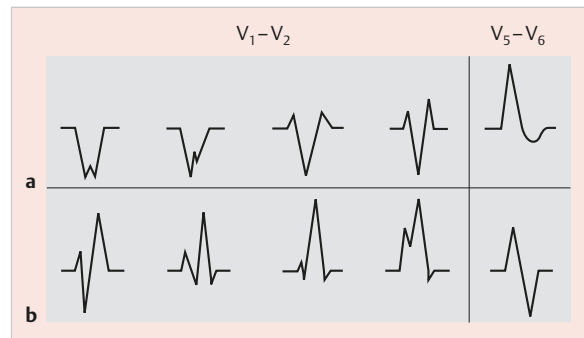
#### Pathophysiologie

Bei einer Blockierung im rechten Tawara-Schenkel erfolgt die Ausbreitung der Erregungswelle zunächst über den im kranialen Ventrikelseptum liegenden Anteil des linken Tawara-Schenkels und von hier aus auf den peripher der Leitungsunterbrechung gelegenen Abschnitt des rechten Schenkels. Diese initial „regulär“ verlaufende Erregungsleitung erklärt den relativ schlanken Anfangsteil von QRS, der durch eine steile Deflexion gekennzeichnet ist. Es ist deshalb auch möglich, aus dem Initialvektor in den Extremitätenableitungen den Lagetyp beim RSB zu bestimmen.

#### Ursachen und Vorkommen

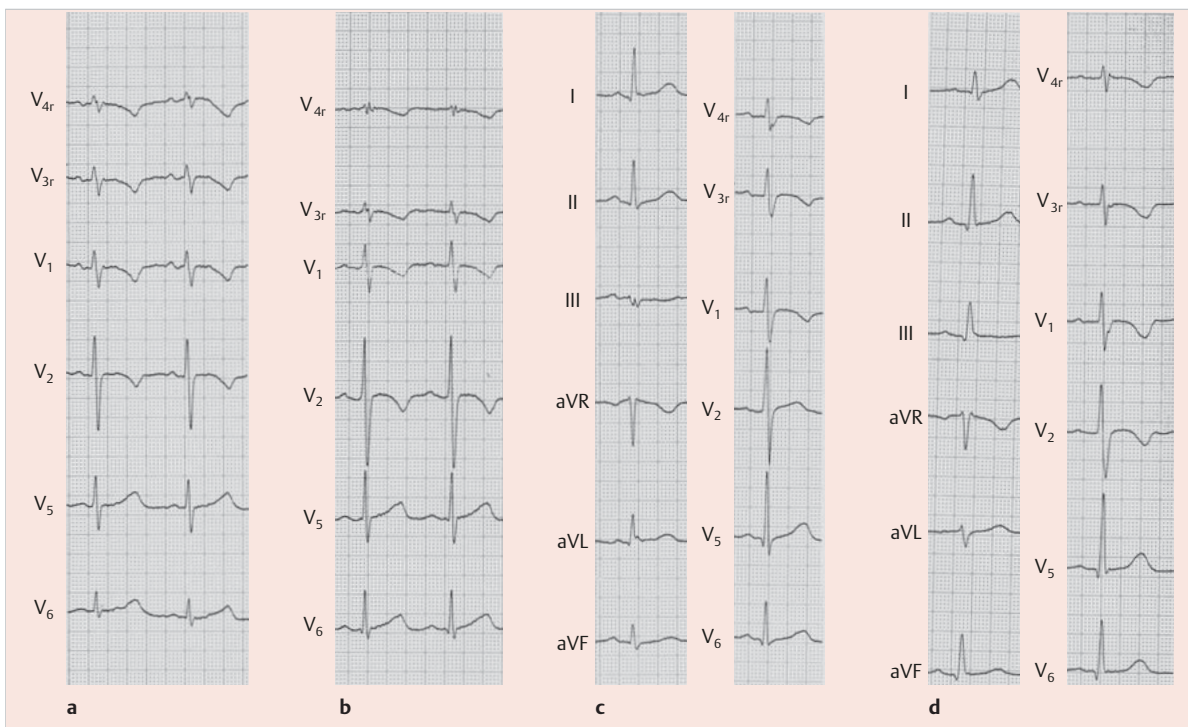
Die Ursachen des RSB im Kindesalter sind vielfältig:

- Bei Kindern und Jugendlichen ist der RSB überwiegend Folge eines herzchirurgischen Eingriffs mit mechanischer Schädigung des Faszikels; die Häufigkeit des Auftretens nach operativem Verschluss eines Ventrikelseptumdefekts liegt unter 1 % und ist nach Korrektur einer Fallot-Tetralogie und eines AVSD häufiger.
- im Rahmen entzündlicher Herzkrankheiten



**Abb. 10.4 Inkompletter RSB.** Grafische EKG-Darstellung unterschiedlicher QRS-Konfigurationen in den Brustwandableitungen  $V_1$ - $V_2$  und  $V_5$ - $V_6$ .

- a** Bei einem isolierten inkompletten RSB (reine Leitungsverzögerung).  
**b** Inkompletter RSB in Verbindung mit einer Rechtsvolumenbelastung.



**Abb. 10.5 QRS-Konfiguration des isolierten rudimentären RSB.** Normalbefunde.

- a** 6 Monate alter Säugling. Brustwandableitungen: In Ableitung  $V_{4r}$  Splitterung im absteigenden Schenkel von R.  
**b** 8 Monate alter Säugling. Brustwandableitungen: M- bis W-förmige QRS-Konfiguration in Ableitung  $V_{4r}$ , Splitterung von R im absteigenden Schenkel.  
**c** 14 Monate altes Kleinkind. Extremitäten- und Brustwandableitungen: Die Splitterung von QRS ist in den Ableitungen III, aVF und rechtspräkordial zu erkennen.  
**d** 3 Jahre altes Kleinkind. Extremitäten- und Brustwandableitungen: in Ableitung  $V_{4r}$  RSr'; in den Ableitungen  $V_{3r}$  und  $V_1$  Knotung im aufsteigenden Schenkel von S.

- eine chronische Druck- oder Volumenbelastung kann ein RSB-Bild (verbreiteter QRS-Komplex) bei angeborenen Herzfehlern (z. B. Ebstein-Anomalie) verursachen
- RSB-ähnliches Bild bei speziellen Formen von Ionenkanalerkrankungen oder elektrischen Kardiomyopathien (Brugada-Syndrom, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie)

### EKG

- Verlängerte QRS-Dauer (oberhalb der Altersnorm)
- Extremitätenableitungen: Der Lagetyp ist aus dem Vektor des Anfangsteils von QRS (etwa initiale 40 ms) bestimmbar; überwiegend Rechtstyp mit rS-Konfiguration in Ableitung I (und II); R' in aVR; tiefe breite S-Zacke in I und aVL
- Brustwandableitungen:
  - rechtspräkordial: große, breite und meist grob gesplitterte R-Zacken; klassische rSR'-Konfiguration in V<sub>1</sub>; Diskordanz von ST und T; Verspätung der endgültigen Negativitätsbewegung (des oUP)
  - linkspräkordial: schlankes R, breite und tiefe, plumpe S-Zacke (rS, RS oder Rs)

## 10.2.2 Inkompletter Rechtsschenkelblock

### Vorkommen

Ein isolierter rudimentärer RSB nach Ausschluss von strukturellen oder funktionellen Herzanomalien ist im Kindesalter ohne Krankheitswert. Er kommt in folgenden Konstellationen vor:

- sehr häufig bei Säuglingen, Klein- und Schulkindern; jenseits des Jugendalters ist er seltener. Ursächlich liegt eine Reizleitungsverzögerung im rechtsventrikulären Ausflusstrakt zugrunde.
- Trichterbrust (Pectus excavatum): Es liegt eine Rotations- und Lageanomalie des Herzens vor, das Herz ist nach links verlagert. Durch die Rotation des Herzens um die Längsachse im Uhrzeigersinn wird der rechte Ventrikel mit dem Ausflusstrakt nach anterior gedreht.
- im Zusammenhang mit strukturellen Herzanomalien, die mit einer rechtsventrikulären Volumenbelastung einhergehen (z. B. ASD II mit hämodynamischer Relevanz)

### EKG

Der Unterschied zwischen einem kompletten und einem inkompletten (rudimentären) RSB ist im EKG formal quantitativ:

- altersbezogen normale QRS-Dauer mit Splitterung oder Knotung von R und plumpen S-Zacken
- Zweite, leicht verbreiterte R-Zacke (R'-Zacke) in den rechtspräkordialen Ableitungen bis V<sub>2</sub>
- hohe R'-Zacken rechtspräkordial: Hinweis auf eine gleichzeitig bestehende Rechtsvolumenhypertrophie, für die auch relativ breite S-Zacken linkspräkordial (Rs- oder RS-Konfiguration) sowie eine Diskordanz der T-Welle in den rechtspräkordialen Ableitungen bis V<sub>2</sub> sprechen (► Abb. 10.4, ► Abb. 10.5).

## 10.3 Linksschenkelblockformen

### 10.3.1 Kompletter Linksschenkelblock

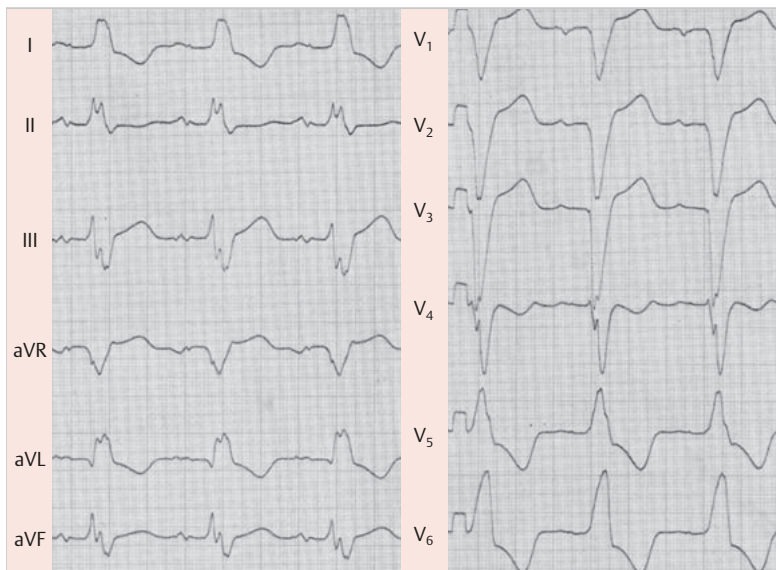
#### Pathophysiologie

Bei einer Leitungsverzögerung oder Blockierung im linken Tawara-Schenkel kommt es initial zu einer Ausbreitung der Erregung über den rechten Tawara-Schenkel zum Myokard des rechten Ventrikels und auf diesem „Umweg“ zum linksventrikulären Myokard. Dies bedeutet – im Gegensatz zum RSB-Bild – eine vom Beginn des QRS-Komplexes an deutliche Leitungsverzögerung.

#### Vorkommen

Ein LSB ist im Kindesalter immer pathologisch. Er ist bei Kindern und Jugendlichen selten und in der Regel Ausdruck einer schweren Myokardschädigung. Für eine solche Schädigung kommen in Betracht:

- Vitien mit ausgeprägter Linksherzhypertrophie
- hypertrophe und dilatative Kardiomyopathien (► Abb. 10.6)
- entzündliche Herzerkrankungen bzw. Zustand nach Myokarditis oder kardiochirurgischem Eingriff (► Abb. 10.7)



**Abb. 10.6 Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie.** EKG eines 12-jährigen Jungen: Druckgradient im linksventrikulären Ausflusstrakt 80 mmHg. Sinusrhythmus, diskordanter Linkstyp; P verbreitert (0,12 s) und doppelgipfelig, in den rechtspräkordialen Ableitungen mit Betonung des negativen Anteils (P sinistrokardiale); R in I, II und aVL verbreitert und gesplittert (0,16 s), S in III und aVF verbreitert. In den Brustwandableitungen QS-Form rechtspräkordial bis V<sub>3</sub> bei Fehlen der R-Zacke; in V<sub>4</sub> rS-Form, Rs in V<sub>5</sub> und V<sub>6</sub>. ST-Strecken in V<sub>1</sub>–V<sub>3</sub> angehoben mit positivem T, linkspräkordial konvexbogenförmig gesenkt mit tief negativen T-Wellen (diskordant).  
Eichung: Extremitätenableitungen 1 cm = 1 mV, Brustwandableitungen 0,5 cm = 1 mV.  
→ Ausgeprägte intraventrikuläre Leitungsverzögerung mit dem Bild eines LSB.

## EKG

- Verlängerte QRS-Dauer (oberhalb der Altersnorm)
- Extremitätenableitungen:
  - häufig Linkstyp: R in Ableitung I hoch positiv, grob aufgesplittert und verbreitert; keine Q- oder S-Zacke, Hauptauschlagsrichtung von QRS in II und III (aVL und aVF) überwiegend negativ, fehlendes oder kleines R in Ableitung III
  - ST-Strecken und T-Wellen diskordant zum QRS-Vektor
- Brustwandableitungen:
  - in V<sub>1</sub> und V<sub>2</sub> meist Fehlen einer R-Zacke (QS-Form), gelegentlich kleines R bei großer S-Zacke (rS)
  - in V<sub>5</sub> und V<sub>6</sub> große, verbreiterte und aufgesplittert deformierte R-Zacken mit verspätetem oUP, oft M-förmiger QRS-Komplex; Q-Zacke fehlend
  - ST rechtspräkordial angehoben, linkspräkordial gesenkt; T diskordant
  - gelegentlich Fehlen der Übergangszone mit plötzlichem Übergang der QS- in eine R-Form

### 10.3.2 Inkompletter Linksschenkelblock

#### Vorkommen

Im Kindes- und Jugendalter ist ein isolierter inkompletter LSB sehr selten. Er kann bei Herzfehlern mit Druck- oder Volumenbelastung des linken Ventrikels oder entzündlichen Herzerkrankungen auftreten.

## EKG

Die EKG-Kriterien für einen inkompletten LSB sind:

- QRS nicht über die Altersnorm verbreitert, mit gering ausgeprägter Deformierung
- charakteristisch: sehr kleine oder fehlende R-Zacken in V<sub>1</sub> und V<sub>2</sub>
- Übergangszone in den Brustwandableitungen oft schmal oder ganz fehlend
- fehlende oder nur diskret erkennbare Q-Zacken in I und V<sub>6</sub>, ebenso Fehlen der S-Zacken
- QR-Zeit (oUP) über dem linken Herzen meist gering verlängert

### 10.3.3 Linksanteriorer Hemiblock

#### Vorkommen

Die Ursachen eines LAH bei Kindern sind:

- häufig angeborene Herzfehler mit anomaler Lage des linksanterioren Faszikels (partieller und kompletter atrioventrikulärer Septumdefekt, singulärer Ventrikel mit L-TGA, Trikuspidalatresie)
- Schädigung des linksanterioren Faszikels während eines operativen Eingriffs, wobei wegen der unmittelbaren Nähe zumeist auch der rechte Tawara-Schenkel betroffen ist (LAH in Kombination mit komplettem RSB, z. B. nach Operation einer Fallot-Tetralogie, s. u.).

## EKG

Die EKG-Kriterien für einen LAH sind:

- QRS nicht über die Altersnorm verbreitert
- überdrehter Linkstyp mit Drehung des QRS-Vektors nach -30 bis -60°; hohes R in Ableitung I und aVL, dominantes S in II und III sowie in aVF
- in den rechtspräkordialen Ableitungen rS, linkspräkordial qRs- oder Rs-Form

### 10.3.4 Linksposteriorer Hemiblock

#### Vorkommen

Im Kindesalter sehr selten; nach entzündlichen Herzerkrankungen.

## EKG

- QRS nicht verbreitert
- ausgeprägter bis überdrehter Rechtstyp (QRS-Vektor +90 bis +180°) bei sonst fehlenden Rechtshypertrophiezeichen; in den Ableitungen I und aVL besteht eine rS-Form, in III und aVF eine qR-Form mit hohen R-Ausschlägen und leicht verzögertem oUP
- in den Brustwandableitungen rechtspräkordial rS-, linkspräkordial qR-Form
- Ausschluss anderer Ursachen eines Rechtstyps (z. B. Vitien mit schwerer Rechtsherzbelastung)

Mit Ausnahme des auffälligen Rechtstyps liegt sonst ein relativ normales EKG vor, das die Diagnose des LPH schwierig gestaltet (► Abb. 10.7).

## 10.4 Bifaszikulärer und trifaszikulärer Block

### 10.4.1 Bifaszikulärer Block

#### Definition und Pathophysiologie

Es besteht eine Blockierung in 2 der 3 Faszikel. Von klinischer Bedeutung ist im Kindesalter die Kombination eines kompletten RSB mit einer Leitungsunterbrechung im linksanterioren Faszikel (LAH).

#### Vorkommen

Die anatomische Nähe von proximalem rechtem Tawara-Schenkel und linksanteriorem Faszikel erklärt die Läsion beider Leitungsbahnen im Rahmen von operativen Eingriffen.

Typisches Beispiel: Wechsel vom präoperativen Rechtstyp mit schlanken QRS-Komplexen zum überdrehten Linkstyp mit RSB nach Operation einer Fallot-Tetralogie.

## EKG

Im EKG sind bei einem bifaszikulären Block Zeichen des kompletten RSB-Bildes in Kombination mit einem überdrehten Linkstyp zu sehen (► Abb. 10.7).

### 10.4.2 Trifaszikulärer Block

#### Pathophysiologie

Ein kompletter trifaszikulärer Block im Sinne einer distalen Leitungsunterbrechung aller 3 Faszikel ist aus dem Oberflächen-EKG nicht sicher differenzierbar. Ein inkompletter trifaszikulärer Block kann bei der Kombination eines bifaszikulären Blocks (z. B. post-op. RSB+LAH) mit einem AV-Block I° (HV-Intervall verlängert) oder einem AV-Block II° Typ Mobitz (Blockierung distal His) vorliegen.