

Definition

Das **Conduction System Pacing**, kurz **CSP**, bezeichnet eine Form der kardialen Schrittmacherstimulation, bei der das Erregungsleitungssystem des Herzens direkt stimuliert wird, um eine möglichst physiologische ventrikuläre Aktivierung zu erreichen. Ziel ist die Vermeidung der dyssynchronen Erregungsausbreitung, wie sie beim konventionellen rechtsventrikulären Pacing auftritt.

Hintergrund

Die klassische rechtsventrikuläre Stimulation, insbesondere aus apikaler Position, führt zu einer unphysiologischen Erregungsausbreitung über das Myokard. Die Depolarisation erfolgt verzögert von Zelle zu Zelle statt über das His-Purkinje-System und entspricht elektrophysiologisch einem Linksschenkelblock-Muster mit verbreitertem QRS-Komplex. Die daraus resultierende Dyssynchronie kann langfristig zu linksventrikulärem Remodeling, reduzierter systolischer Funktion sowie erhöhter Herzinsuffizienzrate und Mortalität führen.

Conduction System Pacing zielt auf die direkte Rekrutierung des Erregungsleitungssystems, um eine schnelle und synchrone ventrikuläre Aktivierung zu erreichen. Dadurch wird die physiologische Depolarisation weitgehend erhalten oder besser approximiert als beim konventionellen Pacing.

Einteilung

- His-Bündel-Pacing (HBP)
 - Direkte Stimulation des His-Bündels mit nahezu normalem QRS-Komplex.
 - Limitationen sind hohe Stimulationsschwellen und potenzielle Instabilität der Sonde.
- Left Bundle Branch Area Pacing (LBBAP)
 - Stimulation im Bereich des linken Tawara-Schenkels (transseptal).
 - Aktuell die klinisch am weitesten verbreitete CSP-Technik aufgrund stabilerer Schwellen und besserer Implantierbarkeit.
- Right Bundle Branch Area Pacing (RBBAP)
 - Selten angewendet; theoretisch physiologisch, klinisch bislang von untergeordneter Bedeutung.
- Bachmann-Bündel-Pacing
 - Atriales CSP-Konzept zur Verbesserung der interatrialen Leitung.

Indikationen

Primäre Indikationen

- Bradykarde Rhythmusstörungen mit erwarteter hoher ventrikulärer Stimulationsrate
- AV-Blockierungen (insbesondere höhergradig)

Erweiterte Indikationen

- Vermeidung pacing-induzierter Kardiomyopathie
- Alternative zur kardialen Resynchronisationstherapie (CRT), insbesondere bei:
 - nicht erfolgreicher CRT-Implantation
 - fehlendem Zugang zum Koronarsinus
- Patienten mit bereits eingeschränkter LV-Funktion und hohem Pacing-Bedarf

Diskussionsbereich

- Gleichwertige Alternative zur CRT bei Linksschenkelblock
- Einsatz bei Herzinsuffizienz ohne klassische CRT-Kriterien

Evidenzlage

Für die nachteiligen Effekte eines hohen rechtsventrikulären Stimulationsanteils besteht eine robuste Evidenzbasis aus randomisierten Studien, die eine Zunahme von Herzinsuffizienz, Hospitalisierung und funktioneller Verschlechterung zeigen. Diese Daten bilden die zentrale pathophysiologische Begründung für alternative Stimulationsstrategien. Vor diesem Hintergrund wurde das Conduction System Pacing als Ansatz entwickelt, die physiologische Erregungsausbreitung zu erhalten. Die klinische Datenlage hierzu ist zunehmend umfangreich, jedoch methodisch heterogen und nicht in allen Bereichen durch große randomisierte Studien abgesichert.

Für CSP gilt:

- konsistent schmalere QRS-Komplexe
- bessere LV-Funktion im Vergleich zu RV-Pacing
- weniger Herzinsuffizienzereignisse in Beobachtungsstudien

Literatur

- Jastrzebski et al., Left bundle branch area pacing vs right ventricular pacing for atrioventricular block: the MELOS RELOADED study, Eur Heart J . 2026 Apr 1;47
- Chow et al., Clinical Outcomes of Conduction System Pacing vs Right Ventricular Septal Pacing in Atrioventricular Block: The CSPACE Randomized Controlled Trial, J Am Coll Cardiol . 2025 Aug 26;86(8)

- Mirmaksudov et al., Enhancing cardiac pacing strategies: a review of conduction system pacing compared with right and biventricular pacing and their influence on myocardial function, *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* . 2024 Jun 28;25(7)
- Naqvi et al., Adverse effects of right ventricular pacing on cardiac function: prevalence, prevention and treatment with physiologic pacing, *Trends Cardiovasc Med* . 2023 Feb;33(2)