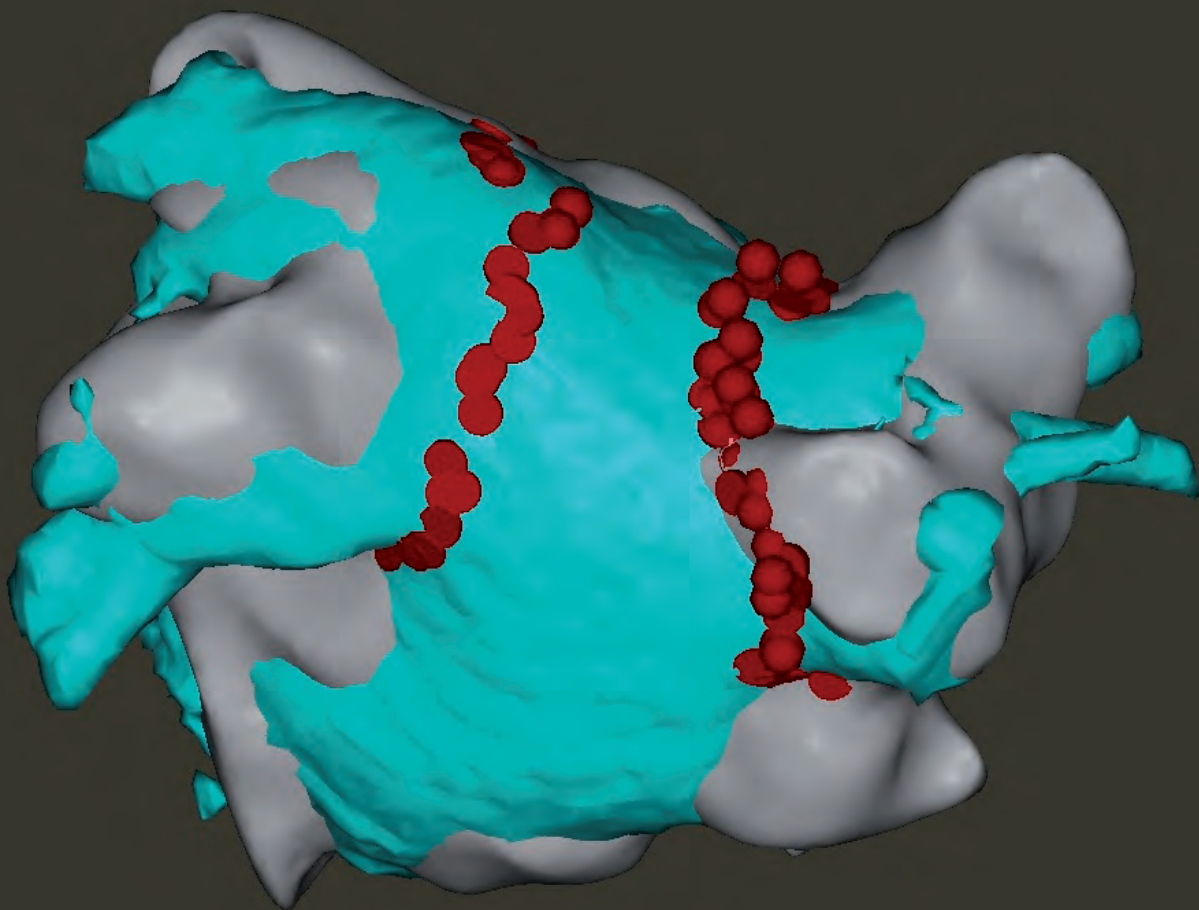


Martin Eisenberger, Alan Bulava, Martin Fiala

---

# Základy srdeční elektrofyzologie a katéetrových ablací

---





Martin Eisenberger, Alan Bulava, Martin Fiala

---

# Základy srdeční elektrofyzologie a katéetrových ablací

---

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

MUDr. Ing. Martin Eisenberger, Ph.D., doc. MUDr. et Mgr. Alan Bulava, Ph.D.,  
doc. MUDr. Martin Fiala, Ph.D.

## Základy srdeční elektrofyzologie a katédrových ablací



**Autoři:**

Doc. MUDr. et Mgr. Alan Bulava, Ph.D. – Kardiocentrum Nemocnice  
České Budějovice, a.s., Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích,  
I. interní – kardiologická klinika FN Olomouc  
MUDr. Ing. Martin Eisenberger, Ph.D. – OLV Hospital, Aalst, Belgie  
Doc. MUDr. Martin Fiala, Ph.D. – Nemocnice Podlesí, a.s., Třinec a Interní kardiologická klinika  
LF MU a FN Brno

**Recenzovali:**

doc. MUDr. Petr Heinc, Ph.D.  
prof. MUDr. Josef Kautzner, CSc., FESC

---

**TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:**

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2012

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2012

Fotografii na obálku dodali autoři.

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 4798. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Helena Vorlová

Hlavní ilustrátor David Sitek, obrázky 1.5, 2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 5.8, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4,  
6.5, 7.1, 7.3, 15.7, 15.10, 15.18 a 15.20 dle předloh autorů překreslil MgA. Radek Krédl.

Sazba a zlom MgA. Radek Krédl.

Počet stran 264

Vydání první, Praha 2012

Vytiskla tiskárna FINIDR s. r. o., Český Těšín



**Autoři a nakladatelství děkují společnostem INLAB Medical, s.r.o., BIOTRONIK Praha, spol. s r.o.,  
CARDION, s.r.o. a Euromedical, s.r.o., za podporu, která umožnila vydání publikace.**

Názvy produktů, firem apod. použité v této knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými  
ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou  
sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani  
pro nakladatelství žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-247-3677-8

---

**ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:**

978-80-247-8007-8 (pro formát PDF)

978-80-247-8008-5 (pro formát EPUB)

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

**MUDr. Ing. Martin Eisenberger, Ph.D., doc. MUDr. et Mgr. Alan Bulava, Ph.D.,  
doc. MUDr. Martin Fiala, Ph.D.**

## **Základy srdeční elektrofyzologie a katédrových ablací**

**Autoři:**

Doc. MUDr. et Mgr. Alan Bulava, Ph.D. – *Kardiocentrum Nemocnice*

České Budějovice, a.s., *Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích,*

*I. interní – kardiologická klinika FN Olomouc*

MUDr. Ing. Martin Eisenberger, Ph.D. – *OLV Hospital, Aalst, Belgie*

Doc. MUDr. Martin Fiala, Ph.D. – *Nemocnice Podlesí, a.s., Třinec a Interní kardiologická klinika  
LF MU a FN Brno*

**Recenzovali:**

doc. MUDr. Petr Heinc, Ph.D.

prof. MUDr. Josef Kautzner, CSc., FESC

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2012

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2012

Fotografii na obálku dodali autoři.

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 4798. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. Helena Vorlová

Hlavní ilustrátor David Sitek, obrázky 1.5, 2.2, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 5.8, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 7.1, 7.3, 15.7, 15.10, 15.18 a 15.20 dle předloh autorů překreslil MgA. Radek Krédl.

Sazba a zlom MgA. Radek Krédl.

Počet stran 264

Vydání první, Praha 2012

Vytiskla tiskárna FINIDR s. r. o., Český Těšín



***Autoři a nakladatelství děkují společnostem INLAB Medical, s.r.o., BIOTRONIK Praha, spol. s r.o.,  
CARDION, s.r.o. a Euromedical, s.r.o., za podporu, která umožnila vydání publikace.***

*Názvy produktů, firem apod. použité v této knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.*

*Postupy a příklady v knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění ale nevyplývají pro autory ani pro nakladatelství žádné právní důsledky.*

**ISBN 978-80-247-3677-8**

# Obsah

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Seznam zkratk</b> .....                                                           | <b>13</b> |
| <b>Úvod</b> .....                                                                    | <b>17</b> |
| <b>1 Elektrofyziologická laboratoř (M. Eisenberger)</b> .....                        | <b>19</b> |
| 1.1 Elektrofyziologický tým .....                                                    | 19        |
| 1.2 Základní vybavení elektrofyziologické laboratoře .....                           | 20        |
| 1.3 Příprava pacienta .....                                                          | 23        |
| 1.4 Komplikace .....                                                                 | 24        |
| Literatura .....                                                                     | 24        |
| <b>2 Elektrofyziologické katétry a intrakardiální signály (M. Eisenberger)</b> ..... | <b>25</b> |
| 2.1 Diagnostické katétry .....                                                       | 25        |
| 2.2 Základní skiaskopické projekce .....                                             | 25        |
| 2.3 Umístění katétrů .....                                                           | 27        |
| 2.3.1 Pravá síň .....                                                                | 28        |
| 2.3.2 Pravá komora .....                                                             | 28        |
| 2.3.3 Koronární sinus .....                                                          | 28        |
| 2.3.4 Hisův svazek .....                                                             | 29        |
| 2.4 Intrakardiální signály .....                                                     | 29        |
| 2.4.1 Bipolární a unipolární signál .....                                            | 29        |
| 2.4.2 Filtrace signálu .....                                                         | 29        |
| 2.4.3 Far-field elektrogram .....                                                    | 30        |
| 2.4.4 Frakcionované a dvojité potenciály .....                                       | 30        |
| Literatura .....                                                                     | 31        |
| <b>3 Klasifikace a mechanismus arytmií (M. Eisenberger)</b> .....                    | <b>32</b> |
| 3.1 Klasifikace arytmií .....                                                        | 32        |
| 3.2 Mechanismus tachyarytmií .....                                                   | 33        |
| 3.2.1 Reentry .....                                                                  | 33        |
| 3.2.2 Abnormální automacie .....                                                     | 35        |
| 3.2.3 Spouštěná aktivita .....                                                       | 35        |
| 3.3 Diagnostika mechanismu arytmií .....                                             | 37        |
| 3.4 Diagnostika fokálních a makroreentry tachykardií .....                           | 38        |
| Literatura .....                                                                     | 38        |
| <b>4 Základy elektrofyziologického vyšetření (M. Eisenberger)</b> .....              | <b>40</b> |
| 4.1 Intervaly převodního systému srdečního .....                                     | 40        |
| 4.1.1 Normální aktivace síní a komor .....                                           | 40        |
| 4.1.2 Interval PA .....                                                              | 40        |

|          |                                                                        |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.3    | Interval AH .....                                                      | 41        |
| 4.1.4    | Interval HV .....                                                      | 42        |
| 4.2      | Vyšetřování sinoatriálního uzlu .....                                  | 42        |
| 4.3      | Síňová stimulace .....                                                 | 43        |
| 4.3.1    | Vzestupná stimulace síní .....                                         | 45        |
| 4.3.2    | Programovaná stimulace síní .....                                      | 45        |
| 4.3.3    | Elektrofyzilogický „gap“ .....                                         | 47        |
| 4.4      | Komorová stimulace .....                                               | 47        |
| 4.4.1    | Vzestupná stimulace komor .....                                        | 47        |
| 4.4.2    | Stimulace komor s jedním extrastimulem .....                           | 49        |
| 4.4.3    | Programovaná stimulace komor .....                                     | 50        |
| 4.5      | Vývolání a zrušení arytmie .....                                       | 52        |
|          | Literatura .....                                                       | 54        |
| <b>5</b> | <b>Základy mapování arytmii (M. Eisenberger, A. Bulava).....</b>       | <b>55</b> |
| 5.1      | Aktivační mapování .....                                               | 55        |
| 5.2      | Pacemapping .....                                                      | 57        |
| 5.3      | Entrainment mapping .....                                              | 58        |
| 5.4      | Trojrozměrné elektroanatomické mapování .....                          | 59        |
| 5.4.1    | Systém CARTO .....                                                     | 61        |
| 5.4.2    | Systém EnSite NavX a EnSite Velocity .....                             | 66        |
| 5.4.3    | Bezkontaktní mapování .....                                            | 69        |
| 5.4.4    | Integrace obrazů .....                                                 | 69        |
| 5.5      | Robotické a navigační systémy .....                                    | 71        |
|          | Literatura .....                                                       | 73        |
| <b>6</b> | <b>Katétrová ablace (M. Eisenberger).....</b>                          | <b>75</b> |
| 6.1      | Radiofrekvenční ablace .....                                           | 75        |
| 6.2      | Výkon, teplota a impedance .....                                       | 75        |
| 6.3      | Standardní ablační katétry .....                                       | 78        |
| 6.4      | Chlazené ablační katétry .....                                         | 78        |
|          | Literatura .....                                                       | 80        |
| <b>7</b> | <b>Transseptální punkce (M. Eisenberger).....</b>                      | <b>81</b> |
| 7.1      | Anatomie mezisíňového septa .....                                      | 81        |
| 7.2      | Provedení transseptální punkce .....                                   | 82        |
| 7.3      | Alternativní postupy .....                                             | 83        |
| 7.4      | Komplikace .....                                                       | 85        |
|          | Literatura .....                                                       | 85        |
| <b>8</b> | <b>Atrioventrikulární nodální reentry tachykardie (A. Bulava).....</b> | <b>86</b> |
| 8.1      | Povrchová EKG křivka .....                                             | 86        |
| 8.2      | Pomalá a rychlá AV nodální dráha .....                                 | 88        |
| 8.3      | Základní elektrofyziologické vlastnosti .....                          | 89        |

|           |                                                                                  |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.3.1     | Dualita AV vedení.....                                                           | 89         |
| 8.3.2     | AV nodální echo .....                                                            | 89         |
| 8.3.3     | Typická slow-fast AVNRT .....                                                    | 89         |
| 8.3.4     | Atypická AVNRT.....                                                              | 90         |
| 8.3.5     | AVNRT s převodem 2 : 1 .....                                                     | 93         |
| 8.3.6     | Nástup a ukončení AVNRT .....                                                    | 93         |
| 8.3.7     | Setrvalé vedení pomalou AV nodální dráhou .....                                  | 94         |
| 8.3.8     | Další charakteristiky AVNRT .....                                                | 94         |
| 8.4       | Radiofrekvenční ablace AVNRT .....                                               | 95         |
| 8.4.1     | Ablace rychlé AV nodální dráhy.....                                              | 95         |
| 8.4.2     | Ablace pomalé AV nodální dráhy.....                                              | 95         |
| 8.4.3     | Cíle ablace pomalé AV nodální dráhy .....                                        | 99         |
| 8.4.4     | Komplikace ablace pomalé AV nodální dráhy .....                                  | 100        |
|           | Literatura .....                                                                 | 100        |
| <b>9</b>  | <b>Přídavné dráhy a atrioventrikulární reentry tachykardie (A. Bulava) .....</b> | <b>102</b> |
| 9.1       | Povrchová EKG křivka .....                                                       | 103        |
| 9.2       | Umístění přídavných drah .....                                                   | 104        |
| 9.3       | Elektrofyzilogické vlastnosti přídavných spojek .....                            | 105        |
| 9.3.1     | Stimulace síní .....                                                             | 106        |
| 9.3.2     | Stimulace komor.....                                                             | 109        |
| 9.4       | AV reentry tachykardie (AVRT) .....                                              | 110        |
| 9.5       | Parahisální stimulace .....                                                      | 111        |
| 9.6       | Zvláštní druhy přídavných drah.....                                              | 113        |
| 9.6.1     | Mahaimovy dráhy .....                                                            | 113        |
| 9.6.2     | Permanentní junkční reciproční tachykardie.....                                  | 114        |
| 9.7       | Stratifikace rizika náhlé srdeční smrti .....                                    | 114        |
| 9.8       | Ablace akcesorních spojek .....                                                  | 115        |
| 9.8.1     | Lokalizace přídavné dráhy.....                                                   | 118        |
| 9.8.2     | Specifické situace .....                                                         | 120        |
| 9.9       | Komplikace ablace přídavných drah .....                                          | 123        |
|           | Literatura .....                                                                 | 123        |
| <b>10</b> | <b>Typický flutter síní (A. Bulava).....</b>                                     | <b>126</b> |
| 10.1      | Povrchová EKG křivka .....                                                       | 126        |
| 10.2      | Reentry okruh .....                                                              | 128        |
| 10.2.1    | Anatomická definice .....                                                        | 128        |
| 10.2.2    | Entrainment flutteru síní .....                                                  | 129        |
| 10.3      | Zvláštní varianty typického flutteru síní .....                                  | 131        |
| 10.3.1    | Double wave reentry flutteru síní .....                                          | 131        |
| 10.3.2    | Lower-loop reentry flutteru síní .....                                           | 132        |
| 10.4      | Radiofrekvenční ablace flutteru síní .....                                       | 133        |
| 10.4.1    | Anatomie kavotrikuspidálního můstku .....                                        | 133        |
| 10.4.2    | Provedení ablace kavotrikuspidálního můstku .....                                | 133        |

|           |                                                                                              |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.4.3    | Cíle ablace kavotrikuspidálního můstku .....                                                 | 138        |
| 10.4.4    | Komplikace ablace kavotrikuspidálního můstku .....                                           | 139        |
|           | Literatura .....                                                                             | 140        |
| <b>11</b> | <b>Síňové tachykardie (A. Bulava) .....</b>                                                  | <b>142</b> |
| 11.1      | Fokální síňové tachykardie .....                                                             | 143        |
| 11.1.1    | Povrchové EKG u fokálních síňových tachykardií .....                                         | 143        |
| 11.1.2    | Katérová ablace fokálních síňových tachykardií .....                                         | 144        |
| 11.1.3    | Úspěšnost a komplikace ablací pro fokální síňové tachykardie ..                              | 147        |
| 11.2      | Makroreentry síňové tachykardie .....                                                        | 148        |
| 11.2.1    | Povrchové EKG u makroreentry síňových tachykardií .....                                      | 148        |
| 11.2.2    | Katérová ablace makroreentry síňových tachykardií .....                                      | 148        |
| 11.2.3    | Úspěšnost a komplikace ablací pro makroreentry<br>síňové tachykardie .....                   | 151        |
| 11.3      | Diferenciální diagnostika fokálních a makroreentry<br>síňových tachykardií .....             | 152        |
| 11.4      | Nepřiměřená sinusová tachykardie .....                                                       | 154        |
|           | Literatura .....                                                                             | 156        |
| <b>12</b> | <b>Fibrilace síní (M. Fiala) .....</b>                                                       | <b>158</b> |
| 12.1      | Povrchová EKG křivka .....                                                                   | 158        |
| 12.2      | Patofyziologie fibrilace síní .....                                                          | 159        |
| 12.3      | Zobrazovací a navigační metody při ablací FS .....                                           | 160        |
| 12.4      | Izolace plicních žil .....                                                                   | 161        |
| 12.5      | Lineární léze .....                                                                          | 163        |
| 12.6      | Elektrogramem řízená ablace .....                                                            | 164        |
| 12.7      | Ablace autonomních ganglií .....                                                             | 165        |
| 12.8      | Stupňovaná ablační strategie .....                                                           | 167        |
| 12.9      | Ablace síňových tachykardií konvertovaných při ablací<br>nebo recidivujících po ablací ..... | 167        |
| 12.10     | Cílové momenty ablačního výkonu .....                                                        | 167        |
| 12.11     | Dlouhodobé udržení sinusového rytmu .....                                                    | 168        |
| 12.12     | Klinický význam ablace fibrilace síní .....                                                  | 168        |
| 12.13     | Komplikace výkonu .....                                                                      | 169        |
| 12.14     | Indikace selektivní ablace .....                                                             | 169        |
| 12.15     | Antikoagulace v období kolem výkonu a sledování po ablací .....                              | 169        |
|           | Literatura .....                                                                             | 170        |
| <b>13</b> | <b>Alternativní technologie izolace plicních žil<br/>(A. Bulava, M. Eisenberger) .....</b>   | <b>174</b> |
| 13.1      | Cirkulární izolace plicních žil multielektrodovým ablačním katétrem ..                       | 174        |
| 13.1.1    | Mechanismus účinku a ablační systém .....                                                    | 174        |
| 13.1.2    | Technika ablace .....                                                                        | 174        |
| 13.1.3    | Výsledky a limitace cirkulární ablace .....                                                  | 177        |

|           |                                                                                          |            |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 13.1.4    | Komplikace cirkulární ablace .....                                                       | 177        |
| 13.2      | Kryoablace fibrilace síní .....                                                          | 178        |
| 13.2.1    | Mechanismus účinku .....                                                                 | 178        |
| 13.2.2    | Kryoablační systém .....                                                                 | 178        |
| 13.2.3    | Technika ablace .....                                                                    | 179        |
| 13.2.4    | Limitace kryoablace .....                                                                | 180        |
| 13.2.5    | Komplikace kryoablace .....                                                              | 181        |
| 13.3      | Laserový ablační katétr .....                                                            | 181        |
| 13.3.1    | Mechanismus laserové ablace .....                                                        | 181        |
| 13.3.2    | Laserový systém .....                                                                    | 181        |
| 13.3.3    | Technika laserové ablace .....                                                           | 181        |
| 13.3.4    | Výsledky laserové ablace .....                                                           | 182        |
| 13.3.5    | Komplikace laserové ablace .....                                                         | 182        |
| 13.4      | Síťkový (mesh) ablační katétr .....                                                      | 183        |
|           | Literatura .....                                                                         | 184        |
| <b>14</b> | <b>Modifikace a ablace AV uzlu (A. Bulava) .....</b>                                     | <b>186</b> |
| 14.1      | Indikace k provedení katéetrové ablace .....                                             | 186        |
| 14.1.1    | Ablace AV uzlu u pacientů s fibrilací síní .....                                         | 187        |
| 14.1.2    | Ablace AV uzlu u pacientů s resynchronizační léčbou<br>a fibrilací síní .....            | 187        |
| 14.2      | Provedení katéetrové ablace .....                                                        | 188        |
| 14.2.1    | Ablace AV uzlu .....                                                                     | 189        |
| 14.2.2    | Modifikace AV uzlu .....                                                                 | 190        |
| 14.3      | Komplikace katéetrové ablace AV uzlu .....                                               | 191        |
|           | Literatura .....                                                                         | 191        |
| <b>15</b> | <b>Diferenciální diagnostika tachykardií s úzkým QRS komplexem<br/>(A. Bulava) .....</b> | <b>194</b> |
| 15.1      | Diagnostika podle povrchového EKG .....                                                  | 195        |
| 15.1.1    | Povrchové EKG při sinusovém rytmu .....                                                  | 195        |
| 15.1.2    | Povrchové EKG při běžící tachykardii .....                                               | 196        |
| 15.1.3    | Odezva tachykardie na podaný adenosin .....                                              | 197        |
| 15.1.4    | Ostatní EKG charakteristiky .....                                                        | 198        |
| 15.2      | Elektrofyzilogické vyšetření při sinusovém rytmu .....                                   | 199        |
| 15.2.1    | Základní intervaly .....                                                                 | 199        |
| 15.2.2    | Hodnocení retrográdního vedení .....                                                     | 199        |
| 15.2.3    | Hodnocení antegrádního vedení .....                                                      | 200        |
| 15.3      | Elektrofyzilogické vyšetření při běžící tachykardii .....                                | 200        |
| 15.3.1    | Vznik tachykardie .....                                                                  | 201        |
| 15.3.2    | Ukončení tachykardie .....                                                               | 201        |
| 15.3.3    | Poměr sínové a komorové aktivity .....                                                   | 201        |
| 15.3.4    | Hodnocení posloupnosti a časování sínové aktivace .....                                  | 202        |
| 15.3.5    | Kolísání délky cyklu tachykardie .....                                                   | 202        |

|           |                                                                                 |            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 15.3.6    | Vznik bloku Tawarova raménka při tachykardii                                    | 203        |
| 15.3.7    | Komorová stimulace v době refrakterity Hisova svazku<br>(His refractory pacing) | 203        |
| 15.3.8    | Entrainment tachykardie z pravé komory a burst pacing                           | 203        |
| 15.3.9    | Další stimulační manévry                                                        | 206        |
| 15.4      | Obtížné situace                                                                 | 206        |
|           | Literatura                                                                      | 208        |
| <b>16</b> | <b>Komorové arytmie (M. Eisenberger)</b>                                        | <b>210</b> |
| 16.1      | Definice a rozdělení komorových arytmií                                         | 210        |
| 16.2      | Komorová tachykardie u chronické ischemické choroby srdeční                     | 210        |
| 16.2.1    | Mechanismus                                                                     | 210        |
| 16.2.2    | Povrchová EKG křivka                                                            | 211        |
| 16.2.3    | Indikace ke katérové ablaci                                                     | 213        |
| 16.2.4    | Elektrofyzilogické vyšetření                                                    | 213        |
| 16.2.5    | Katérová ablace                                                                 | 217        |
| 16.2.6    | Cíle ablace                                                                     | 218        |
| 16.2.7    | Úspěšnost a komplikace ablace                                                   | 218        |
| 16.3      | Komorová tachykardie u neischemických kardiomyopatií                            | 218        |
| 16.3.1    | Komorová tachykardie u dilatační kardiomyopatie                                 | 219        |
| 16.3.2    | Komorová tachykardie u hypertrofické kardiomyopatie                             | 219        |
| 16.3.3    | Komorová tachykardie u arytmogenní kardiomyopatie<br>pravé komory               | 219        |
| 16.4      | Raménková reentry tachykardie<br>(bundle branch reentry tachykardie)            | 220        |
| 16.4.1    | Mechanismus                                                                     | 220        |
| 16.4.2    | Povrchová EKG křivka                                                            | 222        |
| 16.4.3    | Elektrofyzilogické vyšetření                                                    | 223        |
| 16.4.4    | Katérová ablace                                                                 | 223        |
| 16.4.5    | Úspěšnost a komplikace ablace                                                   | 223        |
| 16.5      | Idiopatické komorové tachykardie z výtokového traktu                            | 224        |
| 16.5.1    | Komorové tachykardie z výtokového traktu pravé komory                           | 224        |
| 16.5.2    | Idiopatické komorové tachykardie z výtokového<br>traktu levé komory             | 229        |
| 16.6      | Fascikulární komorové tachykardie                                               | 233        |
| 16.6.1    | Mechanismus                                                                     | 233        |
| 16.6.2    | Povrchová EKG křivka                                                            | 233        |
| 16.6.3    | Elektrofyzilogické vyšetření                                                    | 234        |
| 16.6.4    | Katérová ablace                                                                 | 235        |
| 16.6.5    | Úspěšnost a komplikace ablace                                                   | 236        |
| 16.7      | Epikardiální komorové tachykardie                                               | 236        |
| 16.7.1    | EKG kritéria epikardiální komorové tachykardie                                  | 236        |
| 16.7.2    | Epikardiální punkce                                                             | 237        |
| 16.7.3    | Epikardiální mapování                                                           | 238        |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 16.7.4 Epikardiální ablace .....                                                                | 239        |
| 16.7.5 Komplikace .....                                                                         | 239        |
| Literatura .....                                                                                | 239        |
| <b>17 Fibrilace komor (M. Eisenberger) .....</b>                                                | <b>242</b> |
| 17.1 Definice fibrilace komor .....                                                             | 242        |
| 17.2 Mechanismus fibrilace komor .....                                                          | 242        |
| 17.3 Povrchová EKG křivka .....                                                                 | 242        |
| 17.4 Elektrofyziologické vyšetření .....                                                        | 243        |
| 17.5 Katétrová ablace .....                                                                     | 244        |
| 17.6 Katétrová ablace při elektrické bouři .....                                                | 244        |
| Literatura .....                                                                                | 246        |
| <b>18 Diferenciální diagnostika tachykardií se širokým QRS komplexem (M. Eisenberger) .....</b> | <b>247</b> |
| 18.1 Diagnostika 12-svodového EKG .....                                                         | 247        |
| 18.1.1 Povrchové EKG při sinusovém rytmu .....                                                  | 247        |
| 18.1.2 Povrchové EKG při tachykardii .....                                                      | 248        |
| 18.1.3. Odezva tachykardie na adenosin .....                                                    | 248        |
| 18.1.4 Ostatní EKG charakteristiky .....                                                        | 249        |
| 18.2 Elektrofyziologické vyšetření při sinusovém rytmu .....                                    | 249        |
| 18.2.1 Základní intervaly .....                                                                 | 249        |
| 18.2.2 Hodnocení retrográdního vedení .....                                                     | 249        |
| 18.2.3 Hodnocení antegrádního vedení .....                                                      | 250        |
| 18.3 Elektrofyziologické vyšetření při běžící tachykardii .....                                 | 250        |
| 18.3.1 Vznik tachykardie .....                                                                  | 250        |
| 18.3.2 Ukončení tachykardie .....                                                               | 251        |
| 18.3.3 Poměr síňové a komorové aktivity .....                                                   | 251        |
| 18.3.4 Hodnocení posloupnosti síňové aktivace a záznamu<br>z Hisova svazku .....                | 251        |
| 18.3.5 Kolísání délky cyklu tachykardie .....                                                   | 252        |
| 18.3.6 Síňová stimulace v průběhu běžící tachykardie .....                                      | 252        |
| Literatura .....                                                                                | 252        |
| <b>O autorech .....</b>                                                                         | <b>255</b> |
| <b>Rejstřík .....</b>                                                                           | <b>257</b> |
| <b>Souhrn/Summary .....</b>                                                                     | <b>263</b> |



## Seznam zkratek

|        |                                                                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AA     | aortální anulus                                                                                                     |
| Abl    | ablační katétr                                                                                                      |
| ACD    | pravá věnčitá tepna (arteria coronaria dextra)                                                                      |
| ACT    | aktivovaný koagulační čas (activated clotting time)                                                                 |
| AL     | levý Amplatzův katétr                                                                                               |
| Ao     | aorta                                                                                                               |
| AP     | předozadní (anteroposteriorní)                                                                                      |
| ARVD   | arytmogenní kardiomyopatie pravé komory (arythmogenic right ventricular dysplasia)                                  |
| AV     | atrioventrikulární                                                                                                  |
| AVJRT  | atrioventrikulární junkční reentry tachykardie                                                                      |
| AVN    | kompaktní AV uzel (AV node)                                                                                         |
| AVNRT  | AV nodální reentry tachykardie                                                                                      |
| AVRT   | AV reentry tachykardie                                                                                              |
| BLTR   | blok levého Tawarova raménka                                                                                        |
| BPTR   | blok pravého Tawarova raménka                                                                                       |
| CL     | délka cyklu (cycle length)                                                                                          |
| CS     | koronární sinus (coronary sinus)                                                                                    |
| CSd    | distální koronární sinus                                                                                            |
| cSNRT  | korigovaný SNRT                                                                                                     |
| CSp    | proximální koronární sinus                                                                                          |
| CT     | počítačová tomografie                                                                                               |
| DAD    | opožděná následná depolarizace (delayed after-depolarization)                                                       |
| DDIR   | dvoudutinová inhibovaná stimulace komor s adaptabilní frekvencí                                                     |
| DDŽ    | dolní dutá žíla                                                                                                     |
| DW-MRI | difuzně-vážená nukleární magnetická rezonance                                                                       |
| EAD    | časná následná depolarizace (early after-depolarization)                                                            |
| EAVNC  | zrychlené vedení AV uzlem (enhanced atrioventricular nodal conduction)                                              |
| EP     | elektrofyzilogie, elektrofyzilogický (electrophysiology, electrophysiological)                                      |
| ERP    | efektivní refrakterní perioda                                                                                       |
| F      | french; jednotka délky, která se používá k vyjádření průměru (D) katétru, $1\text{ D (v mm)} = \text{D (ve F)} / 3$ |
| FF     | far-field                                                                                                           |
| FLS    | flutter síní                                                                                                        |
| FO     | oválné okénko (fossa ovalis)                                                                                        |
| FP     | rychlá AV nodální dráha (fast pathway)                                                                              |
| FRP    | funkční refrakterní perioda                                                                                         |
| FS     | fibrilace síní                                                                                                      |

|                  |                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| HDŽ              | horní dutá žíla                                                                  |
| His              | Hisův svazek                                                                     |
| His-P            | Hisův svazek – Purkyňova vlákna                                                  |
| HRA              | horní pravá síň (high right atrium)                                              |
| IAS              | interatriální septum                                                             |
| ICD              | implantabilní kardioverter-defibrilátor (implantable cardioverter defibrillator) |
| ICE              | intrakardiální echokardiografie (intracardiac echocardiography)                  |
| ICHS             | ischemická choroba srdeční                                                       |
| KES              | komorová extrasystola                                                            |
| KT               | komorová tachykardie                                                             |
| LAO              | levá šikmá projekce (left anterior oblique)                                      |
| LAT              | místní aktivační čas (local activation time)                                     |
| LCC              | levý koronární sinus (left coronary cusp)                                        |
| LDPŽ             | levá dolní plicní žíla                                                           |
| LHPŽ             | levá horní plicní žíla                                                           |
| LK               | levá komora                                                                      |
| LS               | levá síň                                                                         |
| LTR              | levé Tawarovo raménko                                                            |
| MA               | mitrální anulus                                                                  |
| MAP              | mapovací katétr                                                                  |
| MRI              | magnetická rezonance (magnetic resonance imaging)                                |
| N <sub>2</sub> O | oxid dusný                                                                       |
| NCC              | nekoronární sinus (non-coronary cusp)                                            |
| OLS              | ouško levé síně                                                                  |
| P <sub>1</sub>   | potenciál Purkyňových vláken                                                     |
| P <sub>2</sub>   | potenciál zadního fasciklu                                                       |
| PA               | pulmonální anulus                                                                |
| PDPŽ             | pravá dolní plicní žíla                                                          |
| PF               | přední fascikl                                                                   |
| PHPŽ             | pravá horní plicní žíla                                                          |
| PJRT             | permanentní junkční reciproční tachykardie                                       |
| PK               | pravá komora                                                                     |
| PPI              | poststimulační interval (post-pacing interval)                                   |
| PTR              | pravé Tawarovo raménko                                                           |
| PS               | pravá síň                                                                        |
| PVAC             | cirkulární multielektrodový ablační katétr (pulmonary vein ablation catheter)    |
| PŽ               | plicní žíla                                                                      |
| RAO              | pravá šikmá projekce (right anterior oblique)                                    |
| RCC              | pravý koronární sinus (right coronary cusp)                                      |
| Ref              | referenční signál                                                                |
| RF               | radiofrekvenční                                                                  |

|      |                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------|
| RFA  | radiofrekvenční ablace                                           |
| RRP  | relativní refrakterní perioda                                    |
| RV   | pravá komora (right ventricle)                                   |
| RVA  | hrot pravé komory (right ventricular apex)                       |
| RVOT | výtokový trakt pravé komory (right ventricular outflow tract)    |
| SA   | sinoatriální                                                     |
| SNRT | zotavovací čas SA uzlu (sinus node recovery time)                |
| SP   | pomalá AV nodální dráha (slow pathway)                           |
| ST   | síňová tachykardie                                               |
| SVT  | supraventrikulární tachykardie                                   |
| TA   | trikuspidální anulus                                             |
| TCL  | délka cyklu tachykardie (tachycardia cycle length)               |
| TS   | transseptální sheath                                             |
| Uni  | unipolární signál                                                |
| VA   | ventrikuloatriální                                               |
| VVIR | jednodutinová inhibovaná stimulace komor s adaptabilní frekvencí |
| WOI  | zájmové okno (window of interest)                                |
| ZF   | zadní fascikl                                                    |



## Úvod

Srdeční elektrofyziologie prošla za posledních 20 let rozvojem, který je nevidaný v celé historii medicíny. Došlo k posunu od čistě diagnostické metody, která sloužila pouze k potvrzení mechanismu arytmiie popřípadě k testování nasazené farmakoterapie, k metodě kurativní, která je schopna s vysokou účinností danou poruchu rytmu také vyléčit. V posledních několika letech se na trhu objevily nové systémy, které umožňují trojrozměrné mapování arytmii, integraci snímků z výpočetní tomografie či magnetické rezonance, použití robotů anebo cílení arytmogenních ložisek pomocí stereotaxe. V současné době je elektrofyziologické pracoviště povinnou součástí každého komplexního kardiologického centra a všichni lékaři i nelékařští specialisté v oboru by tak měli být seznámeni se základy invazivního vyšetřování arytmii a jejich léčby katérovou ablací.

Předkládáme vám historicky první českou monografii pojednávající o základech srdeční elektrofyziologie a katérových ablacích. Snažili jsme se vám tento uchvacující obor přiblížit pomocí barevných obrázků a názorných schémat. Ačkoliv jsme v některých zvláště důležitých případech připojili i ukázky skutečných křivek a signálů, jsme přesvědčeni, že pro správné a snadné pochopení jsou schematické kresby s podrobným popisem podstatně vhodnější. Do monografie jsme zahrnuli také řadu vlastních zkušeností a publikovaných výsledků vědecko-výzkumných prací prováděných na pracovištích autorů.

V prvních kapitolách se věnujeme vybavení katetrizační laboratoře a základům elektrofyziologického vyšetření. Následují principy katérové ablace a jejich užití při léčbě arytmii. Další část je rozčleněna podle nejčastějších diagnóz, se kterými je možné se na elektrofyziologickém sále setkat. Velkou pozornost jsme věnovali novým aspektům invazivní léčby fibrilace síní a komorových tachyarytmii včetně fibrilace komor. Úmyslně jsme vynechali kapitoly o podrobné patofyziologii, epidemiologii, neinvazivním vyšetřování a farmakologické léčbě arytmii, které jsou již dostatečně popsány v domácích učebnicích. Čtenáře také odkazujeme na platná guidelines České kardiologické společnosti, která se postupně vyvíjejí a jsou pravidelně aktualizována. Předkládaná publikace by měla mít nadčasový význam a principy v ní popisované by měly zůstat v platnosti i přes předpokládaný další rozvoj oboru.

Předpokládáme, že by po této publikaci mohli sáhnout studenti medicíny na konci svých studií, lékaři v přípravě na kardiologickou atestaci a lékaři kardiocenter všech subspecializací. Novou cílovou skupinou by měli být elektrofyziologičtí technici a inženýři, kteří v současné době tvoří nedílnou součást specializovaných týmů. Z tohoto důvodu jsme se snažili omezit lékařské termíny na minimum tak, aby publikace byla pochopitelná i nelékařsky vzdělaným specialistům. Schematické obrázky by mohly přiblížit tento nesmírně komplexní obor zdravotním sestrám, které pracují na elektrofyziologických sálech. Po přečtení předkládané knihy by měl být čtenář schopný interpretovat základní elektrofyziologické vyšetření a rozumět principům katérové ablace nejčastějších poruch srdečního rytmu. Kniha by tak měla obsahovat všechny základní informace nezbytné k práci na elektrofyziologickém sále.