

Jak používat digitální techniku k detekci a monitorování arytmií v péči o jedince s poruchami srdečního rytmu: Praktický návod Evropské asociace srdečního rytmu (EHRA).

Překlad dokumentu připravený Českou kardiologickou společností

(How to use digital devices to detect and manage arrhythmias: an EHRA practical guide. Translation of the document prepared by the Czech Society of Cardiology)

Miloš Tábořský^a, Josef Kautzner^b, Marián Fedorco^a, Karol Čurila^c, Hanka Wünschová^b, Jan Pyszek^a, Miroslav Novák^d, Milan Kozák^e, Martin Válek^f, Rostislav Polášek^g, Patrik Kepř^a, Milena Kubíčková^h, Jiří Plášek^{ch}, Vít Glogerⁱ, Alan Bulava^j, Vlastimil Vančura^k, Tomáš Skála^a, Petr Pařízek^l, Josef Daněk^m

^a I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc

^b Klinika kardiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha

^c Kardiologická klinika, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

^d I. interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně, Brno

^e Interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity a Fakultní nemocnice Brno, Brno

^f II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze, Praha

^g Kardiologická klinika, Krajská nemocnice Liberec, a. s., Liberec

^h Kardiologická klinika, Fakultní zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem a Krajská zdravotní, a.s., a Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o. z., Ústí nad Labem

^{ch} Interní a kardiologická klinika, Lékařská fakulta Ostravské univerzity a Fakultní nemocnice Ostrava, Ostrava

ⁱ Kardiologické oddělení, Krajská nemocnice Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín

^j Kardiologické oddělení, Nemocnice České Budějovice, a.s., České Budějovice a Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice

^k Kardiologická klinika, Lékařská fakulta Plzeň, Univerzita Karlova a Fakultní nemocnice Plzeň, Plzeň

^l I. interní kardiologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové

^m Kardiologické oddělení, Interní klinika, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Ústřední vojenská nemocnice, Praha

Autoři originálního textu European Heart Rhythm Society (EHRA):¹ E. Svennberg, F. Tjong, A. Goette, et al.

Tento přeložený reprint je publikován Českou kardiologickou společností a tvořen textem vybraným a přeloženým Českou kardiologickou společností z textu původně publikovaného v angličtině v *Europace* 2022 Apr 3;euac038. doi: 10.1093/europace/euac038. Online ahead of print. („časopise“) vydavatelstvím Oxford University Press v zastoupení Evropské kardiologické společnosti (European Society of Cardiology, ESC).

EP Europace © The European Society of Cardiology 2022

Všechna práva vyhrazena; žádná část publikace nesmí být reprodukována, uchovávána v systému pro uchování a vyhledávání dat či přenášena v jakémkoliv formě, elektronicky, mechanicky, kopírováním, nahráváním či jiným způsobem bez předchozího písemného svolení vydavatele.

Pro svolení s publikací pište prosím na e-mail: journals.permissions@oup.com
Názory vyjádřené v článku časopisu reprodukováném jako tento reprint jsou názory autorů a příspěvateľů a nutně nemusejí odrážet názory Evropské kardiologické společnosti, redakce, redakční rady, Oxford University Press nebo společnosti, jichž jsou autoři členy.

Zmínka o obchodních názvech, komerčních výrobcích nebo organizacích a zahrnutí inzerátů do reprintu neznamená schválení časopisem, redakcí a redakční radou, Oxford University Press ani společností, jichž jsou autoři členy. Redakce a vydavatel učinili potřebná opatření, aby ověřili názvy léčiv, dávkování, výsledky experimentální práce a klinické nálezy, které byly zveřejněny v časopise. Konečnou zodpovědnost za podání a dávkování léčiv zmíněných v tomto reprintu a interpretaci publikovaného textu nese lékař a redakce ani vydavatel nemohou přijmout zodpovědnost za škody způsobené jakoukoli chybou nebo vynecháním v časopise nebo v tomto reprintu. Prosím informujte redakci o jakýchkoli chybách.

OUP, OPL ani ESC nejsou zodpovědné a v žádném případě neručí za přesnost překladu, za chyby, vynechání nebo nepřesnosti a jakékoli důsledky z toho vyplývající. Za překlad článku a tento reprint zodpovídá výhradně Česká kardiologická společnost.

Adresa pro korespondenci: Prof. MUDr. Miloš Tábořský, CSc., FESC, FACC, MBA, I. interní klinika – kardiologická, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc, I. P. Pavlova 6, 779 00 Olomouc, e-mail: milos.taborsky@fnol.cz

DOI: 10.33678/cor.2022.070

INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Vložen do systému: 12. 6. 2022

Přijat: 12. 6. 2022

Dostupný online: 15. 6. 2022

Klíčová slova:

arytmie, digitální kardiologie, monitorace

Keywords:

arrhythmias, digital cardiology, monitoring

Úvod

Technický pokrok zaznamenaný v poslední době, spolu s nutností poskytovat pacientům péči na dálku během pandemie onemocnění covid-19, vedly k rychlému přizpůsobení se používání digitální techniky v klinické praxi. V tomto dokumentu zahrnuje termín digitální přístroje pro monitorování srdečního rytmu řadu nových přístrojů a dalších pomůcek, jako jsou miniaturní jednorázové záznamníky, různé „nositelné“ přístroje (wearables) jako nová třída elektroniky i kapesní přístroje, které byly schváleny regulačními úřady pro používání v oblasti medicíny. Aktivní implantabilní elektronické přístroje v kardiologii, „záchranné vesty“ sloužící jako osobní defibrilátor (Life-Vests), Holterovy monitory jsou mimo rámec tohoto dokumentu.

I když si řada lidí uvědomuje a vnímá potenciální přínosy digitálního zpracování a přenosu údajů, průzkumy z poslední doby prokazují rozdíly v poskytované péči, kdy se zdravotníci obávají záplavy údajů a nevyžádaných záznamů z digitálních přístrojů, s nimiž neumějí bezpečně pracovat.

Cílem tohoto dokumentu je poskytnout aktuální praktický návod pro používání digitálních přístrojů pro oblast arytmií, od jejich časné detekce až po péči o jedince s poruchami srdečního rytmu při použití výše zobrazených kategorií konsenzu (tabulka 1). Pro zařazení každého kon-

senzuálního stanoviska byla nutná alespoň 80% shoda spoluautorů.

Digitální přístroje pro sledování srdečního rytmu v klinické praxi

Digitální přístroje pro monitorování srdečního rytmu lze rozdělit do dvou skupin podle principu používaného pro hodnocení srdečního rytmu:

- (1) princip elektrokardiogramu (EKG) a
- (2) jiný princip včetně fotopletysmografie (photoplethysmography, PPG).

Vybraný digitální přístroj pro monitorování srdečního rytmu musí být po zvážení častosti symptomů, předpokládané délky monitorování, místní infrastruktury a pacientových preferencí přesně „šitý na míru“ daného pacienta (obr. 1 a 4). Bez ohledu na zvolený digitální přístroj je nezbytné, aby záznamy vyhodnocoval lékař z klinické praxe.

Digitální přístroje fungující na principu elektrokardiogramu

V současnosti dostupné digitální přístroje pro sledování srdečního rytmu fungující na principu EKG se liší v řadě faktorů:

Typ přístroje a způsob detekce

- Místo pořizování záznamu
- Umístění
- Počet svodů
- Zpětná vazba k uživateli

Hardware/software

- Baterie: nabíjecí vs. vyměnitelná
- Uchovávání údajů: v přístroji vs. v cloudovém prostředí
- Přenos údajů: přímý upload na cloudové servery vs. spárovaný chytrý telefon/tablet vs. připojení přes USB
- Displej EKG: integrovaná obrazovka vs. spárovaný přístroj vs. zobrazení ne v reálném čase

Regulační aspekt

- Schválení regulační agenturou: CE/FDA
- Validace používáním v klinických studiích

Kapesní elektrokardiograf

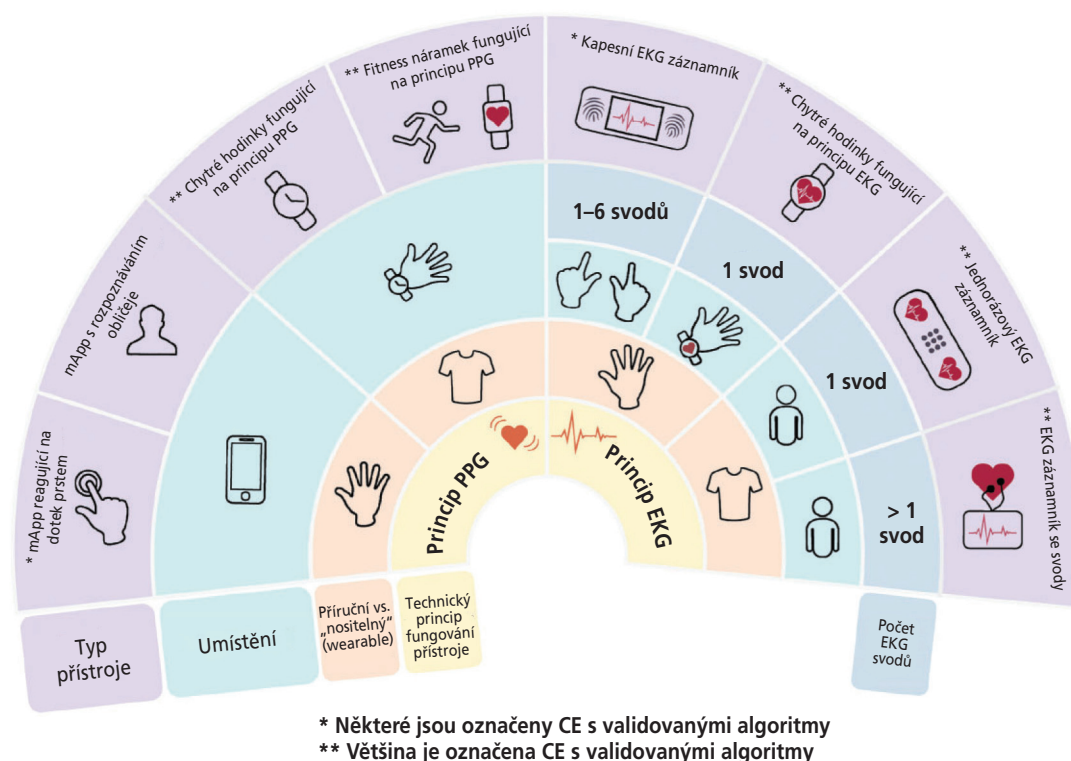
Jednosvodové přístroje obvykle pořizují záznam ze svodu I. Některé modely lze přiložit na hrud, kde mohou zaznamenávat srdeční aktivitu ze svodů v oblasti hrudníku a pravé paže, a tedy komplexy QRS s vyšší amplitudou a zřetelnějšími vlnami P než svod I. Svody II a III lze zaznamenávat přiložením přístroje s bipolárními svody na levou nohu (pro zjednodušení lze přístroj přiložit na zvlhčenou nohavici), přičemž přístroj držíme pravou, resp. levou rukou. Model se třemi elektrodami umožňuje současný záznam ze všech končetinových svodů tak, že se přístroj drží v obou rukách a zadní elektroda se přiloží k levé noze (tabulka 2).

Důležitá je skutečnost, že označení CE pro zdravotnické prostředky třídy IIa nezajišťuje přesnost algoritmu pro vyšetření srdečního rytmu v daném přístroji a pro diagnostické účely musí záznam stále ještě vyhodnotit

Tabulka 1 – Kategorie konsenzuálních stanovisek

Konsenzuální stanovisko	Definice	Symbol
Indikováno nebo „je třeba postupovat takto“	Vědecké důkazy, že způsob léčby nebo výkon je přínosný a účinný nebo jej autoři konsenzuálního dokumentu důrazně doporučují	
Lze použít	Obecná shoda a/nebo vědecké důkazy ve prospěch užitečnosti/účinnosti způsobu léčby nebo výkonu	
NEsmí se použít/provádět	Vědecké důkazy nebo obecná shoda na nepoužívání ani nedoporučování způsobu léčby nebo výkonu	

Kategorizaci v našem konsenzuálním dokumentu nelze považovat za přímou obdobu klasifikace používané v oficiálních doporučených postupech odborných společností, v nichž se používá třída doporučení (I–III) a úroveň důkazů (A, B a C).



Obr. 1 – Přehled typů přístrojů pro použití v klinické praxi. Doporučuje se prohlížet od vnitřního kruhu – přístroje jsou rozděleny na typy fungující na principu fotopletychografie (photoplethysmography, PPG) nebo elektrokardiogramu (EKG); následují přístroje kapesní nebo nositelné (wearable), umístění na těle, počet svodů a typ přístroje. */** Další podrobnosti jsou uvedeny v tabulce 2. EKG – elektrokardiogram; mApp – mobilní aplikace; PPG – fotopletychografie (photoplethysmography).

lékař z klinické praxe. Výrobce může rovněž změnit algoritmus přístroje, a ovlivnit tak jeho přesnost. Uváděná diagnostická přesnost přístroje závisí na jeho algoritmu, na populaci pacientů používajících přístroj, na nastavení přístroje a podmínkách, za nichž se záznam provádí a na lékaři, který záznam interpretuje. V USA reguluje prodej zdravotnických prostředků Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration, FDA). Ke schválení pro uvedení na trh musí přístroj prokázat, že je bezpečný a účinný pro dané použití.

Jednorázové EKG záznamníky

Jednorázové EKG záznamníky jsou validované, „nositelné“ (wearable) digitální přístroje pro monitorování srdečního rytmu a diagnostiku. Díky jejich nenáročnosti i tomu, že jsou voděodolné, bezdrátové, i tomu, že připomínají klasické jednorázové záznamníky, se snadno používají, pacienti je dobře snášejí a vykazují vysokou adhezenci k jejich používání. Jednorázové záznamníky jsou vysoce přesné a vykazují vyšší diagnostickou výtěžnost než tradiční 24hodinové holterovské monitorování. Monitorování s použitím jednorázového záznamníku je nákladově účinné, přičemž řada symptomatických, klinicky významných arytmií se zachytí během prvního týdne monitorování. Představují proveditelnou metodu detekce fibrilace (FS) i v případech, kdy pozorovaná zátěž fibrilací siní je < 15 %. Při screeningu FS v populacích se středně vysokým a vysokým rizikem vykazuje monitorování s použitím jednorázového záznamníku po dvou týdnech a jednom mě-

síci srovnatelnou výtěžnost jako implantované smyčkové záznamníky, a desetkrát vyšší výtěžnost ve srovnání s monitorováním krevního tlaku. Limitací těchto přístrojů je hlavně poměrně krátká výdrž baterií, trvanlivost adheziva a – u některých systémů zdravotního pojištění – skutečnost, že jejich použití není hrazeno z pojištění.

Na výběr je řada jednorázových záznamníků fungujících na principu EKG, s označením CE/schválených americkým FDA, pro ambulantní použití s jednorázovým, 5–30denním kontinuálním záznamem, přičemž některé tyto jednorázové záznamníky nabízejí monitorování v režimu „live“ (online) přes mobilní přístroje nebo v cloudovém prostředí (tabulka 2). Několik jednorázových záznamníků s označením CE/schválených FDA a fungujících na principu EKG (jeden konkrétní výrobek lze použít opakovaně) umožňuje navíc i sledování životní funkce a pohybu pomocí akcelerometru. Jeden jednorázový záznamník byl schválen americkým FDA pro ambulantní monitorování QTc.

Chytré hodinky s funkcí elektrokardiografu

Chytré hodinky jsou přístroje pro použití přímo jejich majitelem, které v sobě skrývají stále dokonalejší důmyslnější techniku pro sledování zdravotního stavu. Na trhu je několik chytrých hodinek, které dokážou provádět jednosvodový 30sekundový záznam pomocí elektrod umístěných na zadní i přední straně hodinek. Záznamy EKG lze sledovat v reálném čase na displeji hodinek a ukládat v mobilní aplikaci (mApp) chytrého přístroje, přičemž lze vytvářet PDF záznamu a bezdrátově jej posílat do zdravotnického

Tabulka 2 – Přehled přístrojů pro monitorování srdečního rytmu používaných v klinické praxi pro diagnostiku rytmu a recenzovaných v odborných časopisech										
Přístroj	Typ	Místo aplikace	Způsob detekce	Snímač srdeční aktivity	EKG záznam	Baterie	Ukládání údajů	Přenos údajů	Regulační agentura	Validace
Apple Watch	chytré hodinky	Zápěstí-prst	EKG a PPG	2 elektrody; 1svod. EKG	Integrovaný a na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ano
Fitbit	Chytré hodinky	Zápěstí-prst	EKG a PPG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ne
Huawei	Náramek	Zápěstí	PPG	2 elektrody	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	Asia	Ano
Samsung	Chytré hodinky	Zápěstí-prst	EKG a PPG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ne
Withings	Chytré hodinky	Zápěstí-prst	EKG a PPG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE	Ne
Alivecor Kardia Mobile	Kapesní monitor	Konečky prstů ± noha nebo hrud'	EKG	2 nebo 3 elektrody; 1svod. nebo 6svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ano
Beurer ME 90	Kapesní monitor	Hrud'-koneček prstu nebo prst-prst	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V přístroji	USB konektor	CE a FDA	Ano
Coala Heart Monitor	Kapesní monitor	Palec-hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ano
EKGCheck	Kapesní monitor	Konečky prstů ± noha nebo hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ano
Eko DUO	Kapesní monitor	Hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet	CE a FDA	Ano
HeartCheck CardiBeat, ECG Pen, Palm	Kapesní monitor	Konečky prstů/dlaň/ Hrud'/kyčel	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji (CardiBeat); integrovaný (ECG Device, ECG Pen, Palm)	Nabíjecí (CardiBeat, Palm); vyměnitelná (ECG Device, ECG Pen)	V mApp a v cloudu	Do cloudu přes chytrý telefon/tablet (CardiBeat, Palm); USB (ECG Device, ECG Pen)	CE a FDA	Ano
MyDiagnostick	Kapesní monitor	Ruce	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes počítač, software a programy	Nabíjecí	V přístroji	USB konektor	CE	Ano
Omron HCG-801	Kapesní monitor	Prst/hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Integrovaný	Vyměnitelná	V přístroji (SD karta)	SD karta	FDA	Ano
SnapEKG E-H19	Kapesní monitor	Konečky prstů	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Vyměnitelná	V cloudu	Úložiště není jasné	Asie	NA
Zenitor-EKG	Kapesní monitor	Palce	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Vyměnitelná	V přístroji; přenos do cloudu	Do cloudu	CE	Ano

Pokračování na další straně

Tabulka 2 – Přehled přístrojů pro monitorování srdečního rytmu používaných v klinické praxi pro diagnostiku rytmu a recenzovaných v odborných časopisech										
Přístroj	Typ	Místo aplikace	Způsob detekce	Snímač srdeční aktivity	EKG záznam	Baterie	Ukládání údajů	Přenos údajů	Regulační agentura	Validace
Movesense Medical (Suunto)	Hrudní pás	Hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Vyměnitelná	V přístroji, 7denní kontinuální; v mApp	Do cloudu	CE	? Ano
Zephyr BioHarness 3.0 (Medtronic)	Hrudní pás	Hrud'	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Na spárovaném přístroji	Nabíjecí	V přístroji	Bezdrátový nebo přes USB	FDA	Ano
Bardy Dx Camation Ambulatory Monitor (CAM)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, 14denní kontinuální	Přímý download výrobcem → cloud	CE a FDA	Ano
BioTel Mobile Patient Telemetry (MCOT)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	3 elektrody; 2svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná, nabíjecí	V přístroji, 30denní kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie. Přímý download výrobcem → cloud	CE a FDA	Ano
BodyGuardian Mini patches (Preventice)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná, nabíjecí	V přístroji, 30denní kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie. Přímý download výrobcem → cloud	CE a FDA	Ano
Life Signal Biosensor Patch	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	4 elektrody; 2svod. EKG	Na spárovaném přístroji nebo přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, 5denní kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie a cloud	CE a FDA	Ano
MyPatch-SL	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	3 elektrody; 2/3svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, 14denní kontinuální (2svodový), 9denní (3svodový)	Kablík pro přenos přes USB	FDA	Ne
S-Patch Cardio (Samsung SDS Wellis)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, až 100 hodin kontinuálně	Do cloudu	CE	Ano
VitalPatch (VitalConnect)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, 7denní kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie a cloud	CE a FDA	Ano
VivaLink	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes mApp/webovou platformu	Opakovaně použitelná, nabíjecí	V přístroji, 96hodinové kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie. Přímý download výrobcem → cloud	CE a FDA	Ano
Zio XT/AT (iRhythm)	Jednorázový EKG záznamník	Hrud', samolepící materiál	EKG	2 elektrody; 1svod. EKG	Přes webovou platformu	Jednorázově použitelná	V přístroji, 14denní kontinuální	Bezdrátová near real-time telemetrie (AT); USB (XT a AT)	CE a FDA	Ano

Pokračování na další straně

Tabulka 2 – Přehled přístrojů pro monitorování srdečního rytmu používaných v klinické praxi pro diagnostiku rytmu a recenzovaných v odborných časopisech										
Přístroj	Typ	Místo aplikace	Způsob detekce	Snímač srdeční aktivity	EKG záznam	Baterie	Ukládání údajů	Přenos údajů	Regulační agentura	Validace
Cardiio Rhythm	mApp v chytrém telefonu	Bříško prstu nebo software na rozpoznávání obličeje	PPG	Kamera chytrého telefonu	Bez EKG/pouze SF	NA	V mApp	NA	Žádná	Ano
Fibrichack	mApp v chytrém telefonu	Koneček prstu	PPG	Kamera chytrého telefonu	Bez EKG. SF + detekce FS pomocí algoritmů	NA	V mApp	Pomocí mApp do cloudu	CE a FDA	Ano
Preventicus Heartbeats	mApp v chytrém telefonu	Bříško prstu	PPG	Kamera chytrého telefonu	Bez EKG. SF + detekce FS pomocí algoritmů	NA	V mApp	Pomocí mApp	CE	Ano

EKG – elektrokardiogram; FDA – (americký) Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (Food and Drug Administration); FS – fibrilace síní; mApp – aplikace v mobilu (mobile application); NA – není známo (not applicable); PPG – fotopletygrafie (photoplethysmography); SF – srdeční frekvence.

zařízení. V chytrých hodinkách jsou vestavěny algoritmy pro detekci FS, ale údaje o přesnosti algoritmů byly až donedávna omezené. Nedávno provedená analýza srovnávající princip fungování chytrých hodinek (PPG nebo EKG) prokázala, že chytré hodinky nejsou méně spolehlivé než rutinní způsoby monitorování FS. Limitací chytrých hodinek je omezená délka nepřetržitého používání, protože je nutno je nabíjet, ale novější digitální-analogové hybridní hodinky s jednosvodovým EKG záznamem mají prodlouženou výdrž baterií. Důležitá je skutečnost, že vygenerované EKG záznamy musí stále hodnotit a analyzovat lékař, aby mohl případně diagnostikovat arytmiie.

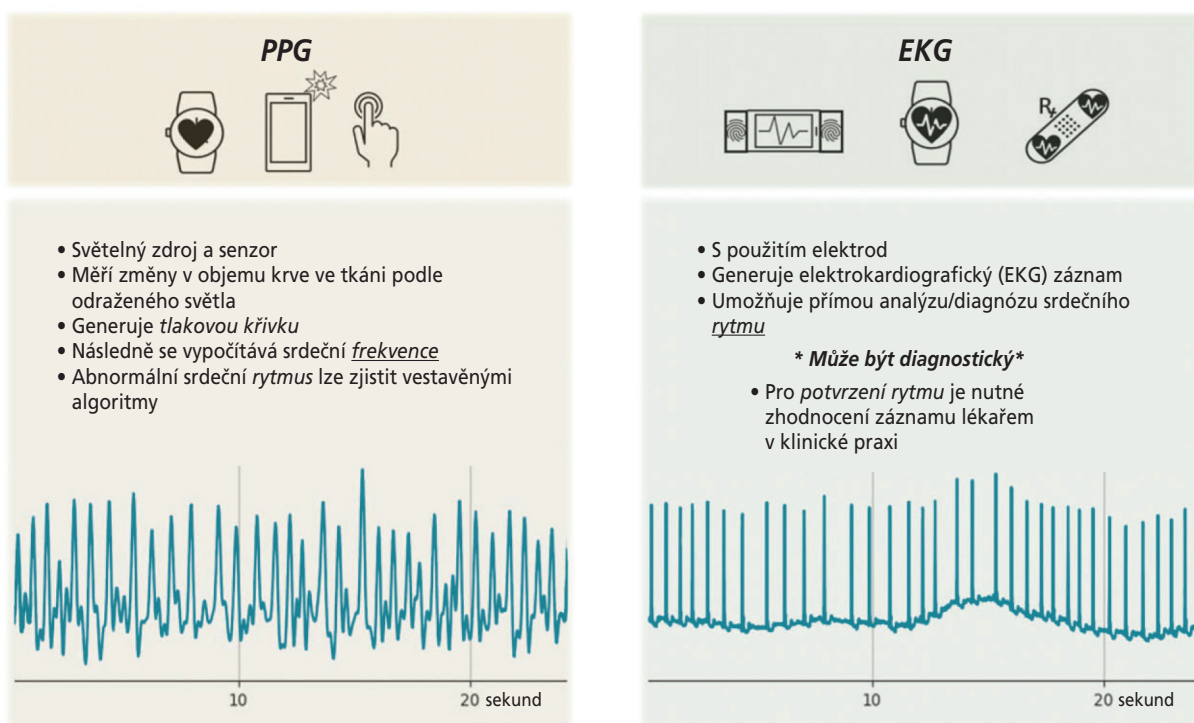
Záznamníky fungující na principu fotopletygrafie

Metodou fotopletygrafie (PPG) lze monitorovat srdeční frekvenci a detekovat arytmiie pomocí optického snímače, který měří puls periferních cév. Touto metodou se s použitím světelného zdroje a detektoru měří změny v objemu krve v horní vrstvě kůže a detekují se změny v odražené intenzitě světla, a vytvářejí tak křivku z pulsních vln v periferních cévách. Pro získání kontaktního (prst přes kameru) i bezkontaktní (video obličeje) PPG záznamu lze použít kameru chytrého telefonu spolu s LED bleskem. Fotopletygrafie se v současnosti používá v klinické rutinní praxi k měření saturace kyslíkem a srdeční frekvence. Relativní snadnost využívání principu PPG umožnila vestavět snímáči zařízení do různých „nositelných“ přístrojů (wearables) pro analýzu srdeční frekvence a rytmu, jako jsou hrudní pásy, náramky pro snímání tepu na zápěstí či na předloktí, prsteny a bezdrátová sluchátka („pecky“) do uší. Automatické algoritmy v chytrých hodinkách dnes při detekci FS vykazují vysokou přesnost, pokud se měření provádí u pohodlně sedících pacientů; u chodících pacientů byla přesnost v důsledku artefaktů značně nižší. Všudypřítomnost chytrých telefonů a aplikací fungujících na principu PPG mohou umožnit pohodlnější a dostupnější detekci arytmií ve větším měřítku, stejně jako péči o pacienty s poruchami srdečního rytmu. Nicméně diagnózu FS musí potvrdit interpretaci EKG záznamu lékař (obr. 2).

Další přístroje a biotextilie (vstřebatelné textilní materiály)

Některé monitory krevního tlaku dokážou zaznamenávat srdeční frekvenci. Je prokázáno, že senzitivita monitorů krevního tlaku pátrajících po FS sledováním nepravidelnosti pulsu dosahuje hodnot > 85.

Oblečení s vestavěnými elektrodami umožňuje bezdrátové monitorování srdeční frekvence a rytmu, přičemž návrháři mají často na mysli aktivní populaci. K dostání je kompresní oblečení jako košile a podprsenky pro sport, „záchranné vesty“ s několika pásy i samotné hrudní pásy spárované s náramky pro snímání tepu na zápěstí; cílem je poskytnout praktické nošení (wearability) a pohodlí stejně jako stabilitu pro omezení vzniku artefaktů při pohybu. Tyto a další přístroje jsou předmětem rozsáhlé diskuse v oddílu o sportovcích (obr. 10). Dosud bylo publikováno málo studií



Obr. 2 – Srovnání vyšetření na principu fotopletysmografie (photoplethysmography, PPG) a elektrokardiogramu (EKG). V dolní části obrázku je příklad záznamu pořízený u pacienta s fibrilací síní.

o používání hrudních pásů pro detekci arytmií, k dispozici je omezené množství klinických údajů o používání wearables s vestavěnými elektrodami pro monitorování srdečního rytmu a dosud nebyly vyvinuty žádné speciální algoritmy.

Konsenzuální stanovisko

Abnormální záznamy z digitálních přístrojů musí zhodnotit skupina lékařů včetně specialisty na srdeční arytmie nebo kardiologa.



Digitální přístroje v diagnostice symptomatických arytmií

Zlatým standardem v diagnostice arytmií je 12svodový EKG záznam, ten však není vždy dostupný, a pokud se záznam provádí v období bez symptomů, nedokáže diagnostikovat paroxysmální arytmie. Digitální přístroje fungující na principu EKG záznamu mohou omezení ve smyslu dostupnosti odstranit. I když většina digitálních přístrojů provádí EKG záznamy s méně než 12 svody, ke stanovení typu arytmie postačí i jednosvodový EKG záznam.

Mezi skutečnosti, které je nutno mít při používání digitálních přístrojů na paměti, patří:

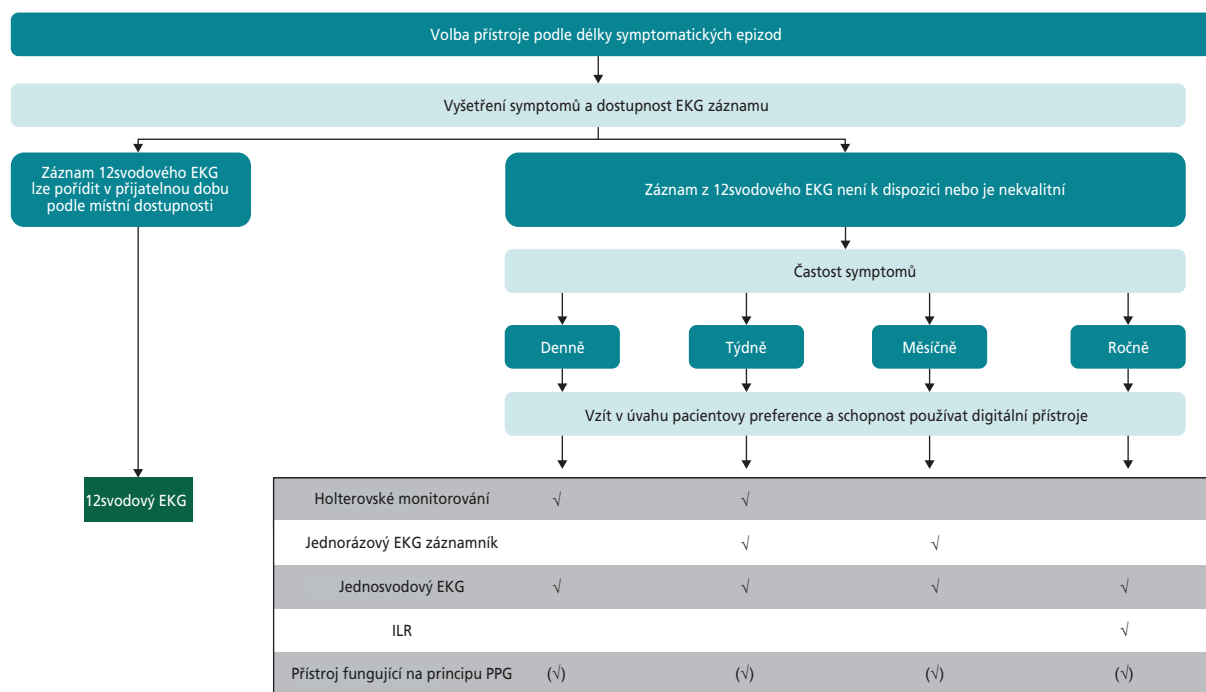
- (1) Řada digitálních přístrojů nezaznamenává srdeční rytmus nepřetržitě; v takovém případě musí jejich uživatel sám záznam spustit, což nemusí být v případě hemodynamické nestability možné.

- (2) Spuštění záznamu trvá několik sekund s následnou registrací vyžadující dobu alespoň 30 sekund. Výsledné zpoždění znamená, že digitální technika není příliš vhodná pro zachyt krátkých arytmií.

- (3) Před rozhodnutím o léčbě na základě záznamů digitálním přístrojem (tedy před zahájením antikoagulace pro předpokládanou FS nebo při zvažování implantace kardioverteru-defibrilátoru pro předpokládanou komorovou tachykardii [ventricular tachycardia, VT]) je nutno arytmií potvrdit pečlivým vyloučením artefaktu nebo šumu. Aby se omezilo na minimum riziko falešné pozitivity, je klíčová kvalita záznamu a nezbytné jsou i kroky vedoucí k minimalizaci driftu izoelektrické linie a artefaktů.

Nicméně, dalším přínosem digitálních přístrojů je ve srovnání se standardním elektrokardiografem jejich široká dostupnost, což zvyšuje pravděpodobnost zachytu paroxysmálních arytmií v pravý čas (obr. 3).

Fotopletysmografické záznamy mohou být užitečné u symptomatických pacientů, u nichž je velmi málo pravděpodobné, že příčinou jejich symptomů jsou arytmie, a lze tak dokumentovat normální srdeční rytmus i frekvenci. Jakékoli arytmie zjištěné z PPG záznamů je nutno (pokud možno) potvrdit 12svodovým EKG nebo (pokud není 12svodový EKG dostupný, případně pokud délka trvání arytmie neumožňuje záznam na principu EKG) přístrojem s funkcí na principu EKG. Nicméně ani normální srdeční frekvence a rytmus na PPG záznamu úplně nevylučují síňovou arytmií (např. flutter síní nebo fokální síňovou tachykardii s běžným převodem impulsů) a v případě pochybností by si mohly vyžádat potvrzení EKG záznamem (obr. 4).



Obr. 3 – Výběr elektrokardiogramu pro symptomatického pacienta. Pokud lze, podle dostupnosti a délky symptomů je nutno pořídit 12svodový EKG záznam pro vyšetření symptomatických arytmií. V případě obtížného pořizování 12svodového EKG záznamu během symptomatických epizod je před výběrem elektrokardiogramu pro dlouhodobé monitorování srdečního rytmu nutno zjistit frekvenci symptomů a pacientovy preference. (✓) možné použití; EKG – elektrokardiogram; ILR – implantabilní smyčkový záznamník (implantable loop recorder).

Konsenzuální stanovisko

V diagnostice symptomatických arytmií lze zjistit korelaci symptomů a srdečního rytmu digitálními přístroji fungujícími na principu EKG.	♥
V případě paroxysmálních arytmií lze jako záznamníku příhod k dokumentování a v diagnostice arytmií použít digitální přístroje fungující na principu EKG.	♥
Pro stanovení diagnózy se dává přednost wearables fungujícím na principu EKG oproti principu PPG.	♥

PPG – fotopletysmografie (photoplethysmography).

Screening fibrilace síní

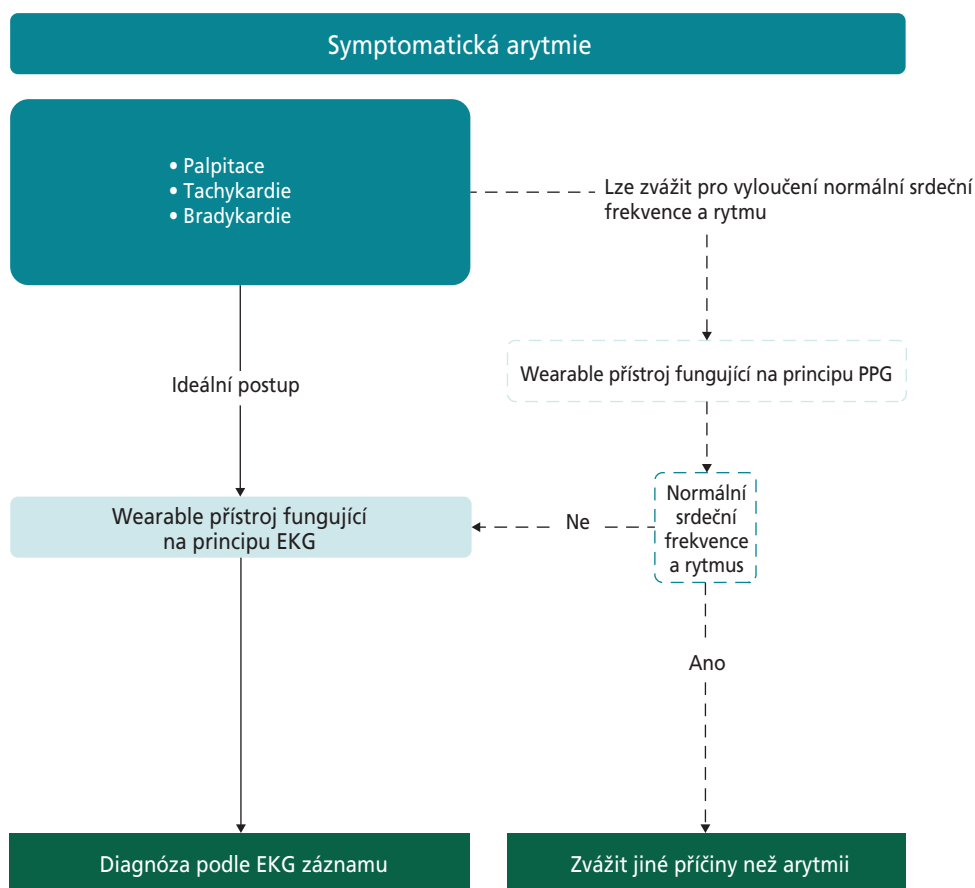
Prevalence fibrilace síní nepřetržitě roste a předpokládá se, že tento nárůst bude v následujících letech pokračovat. Projevy a charakteristiky symptomů v souvislosti s FS se mezi pacienty značně liší, přičemž přibližně třetina pacientů zůstává asymptomatická. Asymptomatická, nedagnostikovaná a nedostatečně léčená FS přispívá ke vzniku ischemických cévních mozkových příhod; screening FS tak může předcházet vzniku cévních mozkových příhod a úmrtí. Časně stanovená diagnóza FS může rovněž přispět k časnému zahájení léčby poruch srdečního rytmu, neboť tak lze prokazatelně snížit mortalitu, vznik cévních mozkových příhod i snižovat počty hospitalizací pro kardiovaskulární onemocnění a konkrétně FS.

Při zvažování screeningu FS je nutno jedince odeslané ke screeningu informovat o důsledcích tohoto vyšetření a sdělit jim informace o dalších krocích v případě pozitivního nebo nejednoznačného nálezu.

Screeningové strategie se dělí na příležitostný nebo systematický screening (tabulka 3), významné jsou ale i další faktory (tabulka 4). Strategii je nutno zvolit po pečlivém zvážení rizik a přínosu screeningu.

Screening FS lze provádět v nejrůznějších prostředích a u různých skupin, od obecné populace až po vysoce rizikové pacienty. Procenta nově diagnostikované FS závisejí na prostředí, v němž se screening provádí, na cílové populaci i délce monitorování a může se pohybovat v rozmezí od < 1–3,8 % u neselektovaných skupin osob až po 6,8–7,4 % u pacientů s vyšším rizikem. S prodloužením doby a/nebo zvyšováním četnosti měření při screeningu se zvyšují i počty zachycených arytmií. Proto je nutno preferovat screeningové sezení s více než pouze jedním měřením, aby se zvýšila výtěžnost screeningu.

Klinické dopady a důsledky záchytu a stanovení diagnózy FS u asymptomatických jedinců v rámci screeningového programu, pro kterou v tomto textu používáme termín „screeningem detekovaná FS“, dosud nejsou plně objasněny. Podle důkazů, které jsou v současnosti k dispozici, musí screeningem detekovanou FS potvrdit a léčit lékař podle aktuálních doporučených postupů. Dosud byly publikovány dvě randomizované kontrolované studie (randomized controlled trial, RCT) zkoumající klinické výsledky u screeningem detekované FS. Ve studii STROKESTOP se screeningem v délce dvou týdnů a dvakrát denně intermitentním jednosvodovým EKG záznamem byl ve skupině pozvané ke screeningu – oproti kontrolní skupině – pozorován mírný přínos v podobě příznivějších hodnot souhrnného sledovaného parametru mortality, cévní mozkové příhody a těžkého krvácení. Ve studii LOOP byli účastníci náhodně zařazováni do screeningu FS s použitím implan-



Obr. 4 – Doporučený postup pro léčbu symptomatických arytmií

tabilních smyčkových záznamníků. Ve skupině se screenin- gem nedošlo ke statisticky významnému snížení incidence primárního sledovaného parametru cévní mozkové přího- dy a systémové embolie. Tyto studie se zaměřily na několik otázek, jimiž je nutno se dále zabývat, což jsou potíže při získávání populace s nejvyšším rizikem k účasti ve screenin- gových programech, možné negativní aspekty screeningu, jako jsou úzkost, vysoké procento zachytu asymptomatic- ké FS v kontrolních skupinách a různé podtypy FS včetně závažnosti zátěže FS a rizikovosti substrátu vyžadujícího perorální antikoagulační (oral anticoagulant, OAC) terapii. V současnosti probíhá zařazování do dalších randomizova-

ných studií uspořádaných s cílem zkoumat účinky screenin- gu na dlouhodobé klinické výsledky, Doprovodný materiál originálního textu online, tabulka S2.

V současnosti se vyvíjí značné úsilí při hodnocení účinků strategií systematického screeningu s cílem dále upřesnit způsoby jejich použití, nejvhodnější cílové skupiny, výběr pří- strojů, režim screeningu a prostředí pro screening, účinky na snížení incidence cévních mozkových příhod a další okolnosti (Doprovodný materiál originálního textu online, tabulka S3, tabulka 4, obr. 5). Přidaná hodnota používání wearable pří- strojů je naprosto zřejmá, nicméně je třeba získat další důka- zy prokazující příznivý poměr rizik a přínosu.

Tabulka 3 – Definice strategií pro screening

Strategie	Definice	Příklady
Příležitostný screening	Screening se provádí jako součást návštěv lékaře z jiného důvodu než kvůli screeningu.	• Během rutinní návštěvy praktického lékaře • Včetně návštěv v rámci ovlivňování kardiovaskulárních rizikových faktorů • Screening zákazníků v lékárně • Screening při příležitosti očkování • Při kontaktu se zdravotnickým personálem, kdy se může vyšetřit puls palpitací.
Systematický screening	Screeningový program probíhající průběžně bez ohledu na návštěvy lékaře nebo nutnosti screeningu	• Screeningový program na populační úrovni • Systematický screening během zdravotních kampaní
Screening u rizikových skupin	Screening jedinců po prodělané cévní mozkové příhodě nebo tranzitorní ischemické atace	• Screening v nemocnici • Sledování pacienta po jeho propuštění z nemocnice

Tabulka 4 – Faktory ke zvážení při výběru režimu screeningu

Při výběru režimu screeningu vzít v úvahu	
Věk	• ≥ 65 • ≥ 75
Komorbidity	• Hypertenze • Spánková apnoe • Prodělaný IM • Obezita • Diabetes • Srdeční selhání • CHOPN • CKD
Biomarkery	• NT-proBNP ≥ 125 ng/l
Screening zákazníků	• Při nepravidelném rytmu podle PPG
Typ screeningu	• Systematický • Příležitostný
Digitální gramotnost pacienta	• Omezená • Úplná
Typ přístroje	• Na principu PPG • Na principu EKG

Strategie screeningu

Jednorázový	• Měření pulsu • Použití monitoru TK • PPG • Jednosvodový EKG • 12svodový EKG
Intermitentní	• 30–60 s • Puls • 1–4x denně • Použití monitoru TK • PPG • Jednosvodový EKG • Každé 4 týdny: • 12svodový EKG
Kontinuální	• Jednorázový EKG záznamník • 7denní • 14denní
Kontinuální dlouhodobý	• ILR

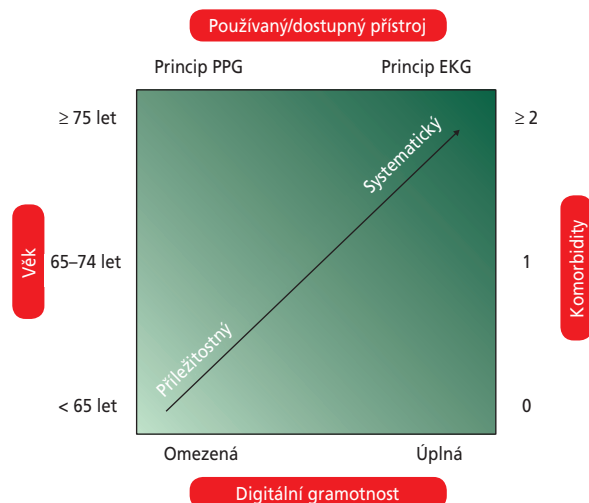
CKD – chronické onemocnění ledvin; EKG, elektrokardiogram; CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc; ILR – implantabilní smyčkový záznamník (implantable loop recorder); IM – infarkt myokardu; NT-proBNP – N-terminální fragment natriuretického propeptidu typu B; PPG – fotopletysmografie (photoplethysmography); TK – krevní tlak.

Obrázek 6 ukazuje doporučený postup při určování nejvhodnější strategie a režimu screeningu pro dotyčného pacienta.

Konsenzuální stanovisko

Systematický screening s intermitentním EKG záznamem ^a je vhodný pro detekci FS u jedinců ve věku ≥ 75 let.	♥
Systematický screening s intermitentním EKG záznamem ^a může být přínosný pro detekci FS u jedinců ve věku ≥ 65 let s komorbiditami zvyšujícími riziko cévních mozkových příhod.	♥
Příležitostný screening FS může být přínosný u pacientů ve věku ≥ 65 let bez komorbidit nebo ve věku < 65 let s komorbiditami.	♥
Při screeningu FS se dává přednost přístrojům fungujícím na principu PPG nebo EKG před palpačním vyšetřením pulsu.	♥
Pro systematický screening FS lze používat přístroje fungující na principu PPG nebo i EKG.	♥
Pokud screeningové vyšetření s přístrojem fungujícím na principu PPG ukazuje na FS, je pro potvrzení diagnózy FS nutno provést vyšetření metodou na principu EKG.	♥
Pokud je během screeningu stanovena diagnóza FS, je nutno pacienty o tom příslušně informovat, zvážit léčbu s použitím OAC a začít ovlivňovat rizikové faktory FS.	♥
Pro zvýšení diagnostické výtěžnosti bez ohledu na symptomy se dává přednost screeningu FS ve více časových obdobích nebo po delší dobu před jednorázovým screeningovým vyšetřením.	♥
Pro FS diagnostikovanou během screeningu je nutno používat termín „screeningem detekovaná FS“ a diagnózu musí potvrdit lékař.	♥

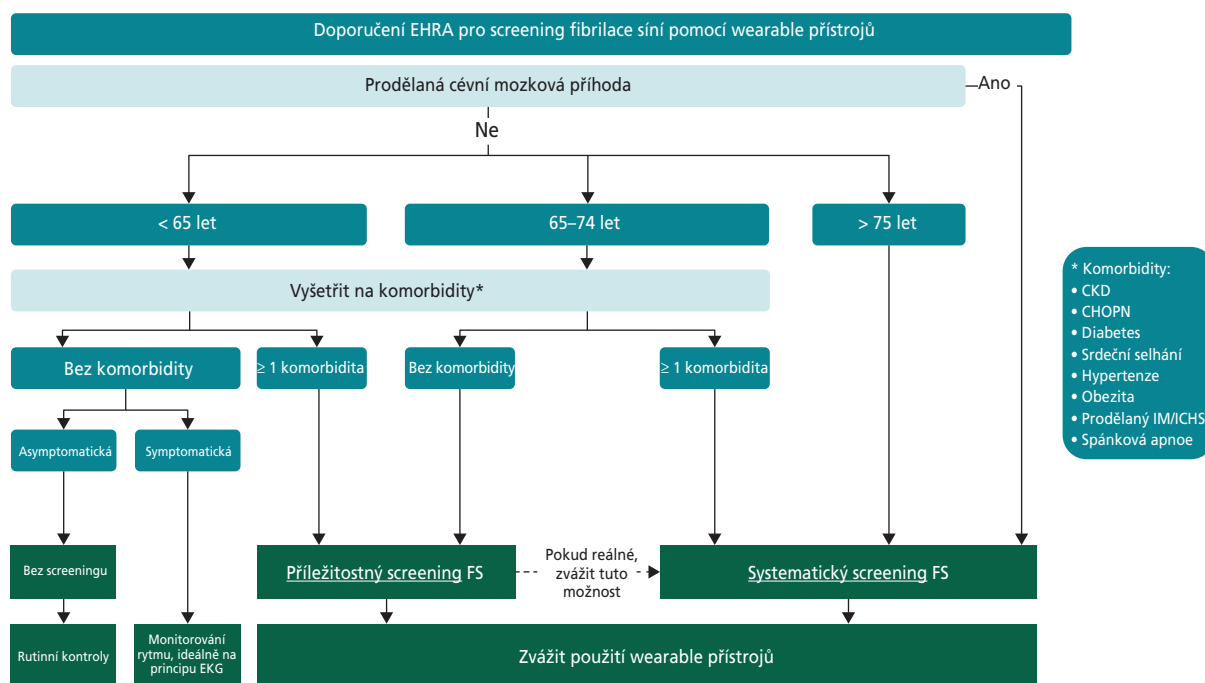
^a Ve studiích používajících intermitentní EKG záznam se tento záznam prováděl dvakrát až čtyřikrát denně po dobu dvou týdnů nebo dvakrát týdně po dobu jednoho roku.



Obr. 5 – Aspekty programu screeningu fibrilace síní (systematického nebo příležitostného) a používané digitální přístroje podle věku, komorbidit a digitální gramotnosti

Názory samotných pacientů a jejich aktivní zájem o používání digitální techniky

Ve většině publikovaných studií zkoumajících názory samotných pacientů na použití digitálního přístroje se jedná o malé vzorky, studie jsou krátkodobé, používají subjektivní hodnocení a zřídka berou v potaz možnou zdravotní újmu a finanční důsledky. Několik studií se soustředilo na význam používání digitálních přístrojů z pohledu pacientů; jednalo se například o studie, které prokázaly, že používání digitálních přístrojů může zlepšit adherenci pacientů k užívání kardiovaskulární medicíny. V nedávno publikované studii s používáním aplikace pro



Obr. 6 – Doporučení EHRA pro screening fibrilace síní za použití digitálních přístrojů. U pacientů po cévní mozkové příhodě je nutno zásadně vždy provádět systematický screening FS, ideálně bezprostředně po příhodě. Protože věk je nejvýznamnějším rizikovým faktorem cévní mozkové příhody, jsou doporučení založena na tomto parametru, přičemž nejvyšší riziko je přítomno u jedinců ve věku 75 let a více. U mladších jedinců by mohl být screening žádoucí v závislosti na jejich rizikových faktorech podle skóre CHA₂DS₂-VASc, a navíc i u jedinců s vyšším rizikem, například u pacientů s chronickým onemocněním ledvin (chronic kidney disease, CKD), chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN), obezitou a spánkovou apnoí. CKD – chronické onemocnění ledvin; EKG – elektrokardiogram; FS – fibrilace síní; CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc; ICHS – ischemická choroba srdeční; IM – infarkt myokardu.

pacienty s FS v mobilním telefonu (mobile application in atrial fibrillation, mAFA), což byla randomizovaná studie s příslušným zdravotnickým softwarem, se používala speciálně vyvinutá aplikace zahrnující pacientovy edukační programy, sebepéči a strukturované nástroje pro následnou kontrolu. V rámci studie s digitálními přístroji bylo ve srovnání s ramenem s obvyklou péčí pozorováno statisticky významné zlepšení spokojenosti pacientů, adherence k doporučené léčbě, spokojenost s antikoagulací i zvýšená kvalita života.

Možné překážky a nežádoucí účinky

Zájem pacientů by se mohl zvýšit snazším používáním digitálních zdravotních technických prostředků a účastí pacienta je jejich navrhování jako klíčových faktorů pro úspěch digitální techniky. V systematickém přehledu překážek a faktorů usnadňujících plošné zavádění zdravotnické techniky byl zdůrazněn význam účasti a zapojení pacientů současně se zjištěním, že její přijímání se velmi lišilo, přičemž odmítání této techniky dosahovalo až 44 %. Nejčastěji uváděným důvodem pro její odmítání byly pochybnosti o její využitelnosti. Mezi další překážky patřily zdravotní stav, motivace, vnímání její užitečnosti a hodnoty, snadnost ovládání a přístup k digitálním přístrojům.

Existují i další překážky a nežádoucí účinky

- (1) Pacienti se mohou rozhodnout koupit si přístroj bez lékařského předpisu, který nebyl schválen jako

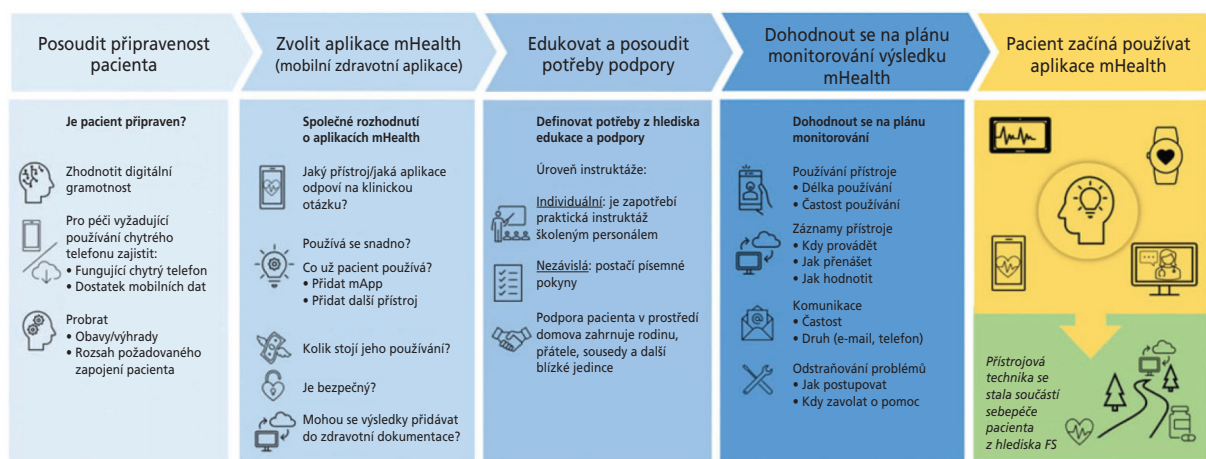
zdravotnický prostředek, a nenabízí tedy optimální diagnostický přínos.

- (2) Úhrada za vynaložené náklady v souvislosti s pořízením digitálního přístroje se liší.
- (3) Soustředění pacienta na self-monitoring může zvyšovat jeho úzkost a znepokojení.
- (4) Mohou existovat obavy ohledně ochrany údajů.
- (5) Ne všichni pacienti mohou nebo se chtějí účastnit péče o sebe sama způsobem, který je nezbytný pro detekci nebo monitorování FS digitálním přístrojem; a
- (6) pro zdravotnický personál může velký objem údajů, nevyžádané záznamy a záznamy přenášené mimo pracovní dobu zvyšovat jeho pracovní zátěž a vyvolávat různé otázky z hlediska práva.

Před zapojením pacienta do oblasti digitálního světa se lze seznámit s jeho různými aspekty shrnutými na obrázku 7. Pro zajištění přijetí a adherence k používání digitálních přístrojů může být přínosné co nejrychlejší zapojení pacientů i poskytovatelů péče do procesu jejich vývoje. Účast obou stran bude zásadní při vývoji aplikací a přístrojů s intuitivními uživatelskými rozhraními, která budou lépe splňovat očekávání pacientů, a zvyšovat tak jejich adherenci k léčbě.

Gramotnost v oblasti používání digitální techniky

Digitální gramotnost, definovaná jak schopnost vyhledávat, nalézat, chápat a ocenit informace o zdraví



Obr. 7 – Zapojení pacienta do péče. FS – fibrilace síní.

z elektronických zdrojů a aplikovat získané poznatky při řešení zdravotního problému, je naprosto nezbytná pro zajištění digitální rovnosti a začlenění pacienta do společenství uživatelů digitální techniky. Digitální gramotnost vyžaduje jak technickou zručnost, tak kognitivní schopnosti. Pacienti s digitální gramotností v oblasti zdraví mají potřebné znalosti pro používání aplikací v chytrém mobilním telefonu nebo jiných podobných přístrojích a pochopení, jak jim nashromážděné zdravotní údaje nebo elektronické zdravotní informace mohou pomoci účinněji zlepšovat svůj zdravotní stav. Schopnost rozvoje digitální gramotnosti v oblasti zdraví ovlivňují proměnné jako věk, úroveň vzdělání, zdravotní stav a socioekonomické postavení. Hodnocení digitální gramotnosti pacienta v oblasti zdraví, pojmenování jejich individuálních potřeb a zlepšování znalostí i dovedností bude pro úspěšné zapojení pacienta i jeho budoucí adhezenci k používání digitálních technických prostředků v oblasti zdraví naprosto zásadní (obr. 7).

Konsenzuální stanovisko

Při zapojování pacienta do používání digitální techniky v oblasti zdraví je vhodné postupovat podle strukturovaného modelu.



Péče o pacienty s fibrilací síní, kteří používají digitální přístroje

Pro pacienty s FS mohou být v oblasti integrované péče včetně monitorování srdeční frekvence a rytmu na dálku, o nichž se hovoří v doporučených postupech, užitečné digitální přístroje. Mobilní telefony mohou mít předinstalované mobilní zdravotní aplikace, jež mohou v případě potřeby pacientovi pomáhat zvládat náročné situace. Tyto aplikace mají být ideálně doporučeny lékařem. Pacientova sebepečce může zvýšit jeho účast v procesu péče a rozhodování. Široké používání digitálních přístrojů pro kontinuální monitorování nebo monitorování podle potřeby vyžaduje nové a přizpůsobené (digitální) infrastruktury, které budou schopny se vyrovnat s novými postupy a zvýšit objem získávaných a přenášených údajů.

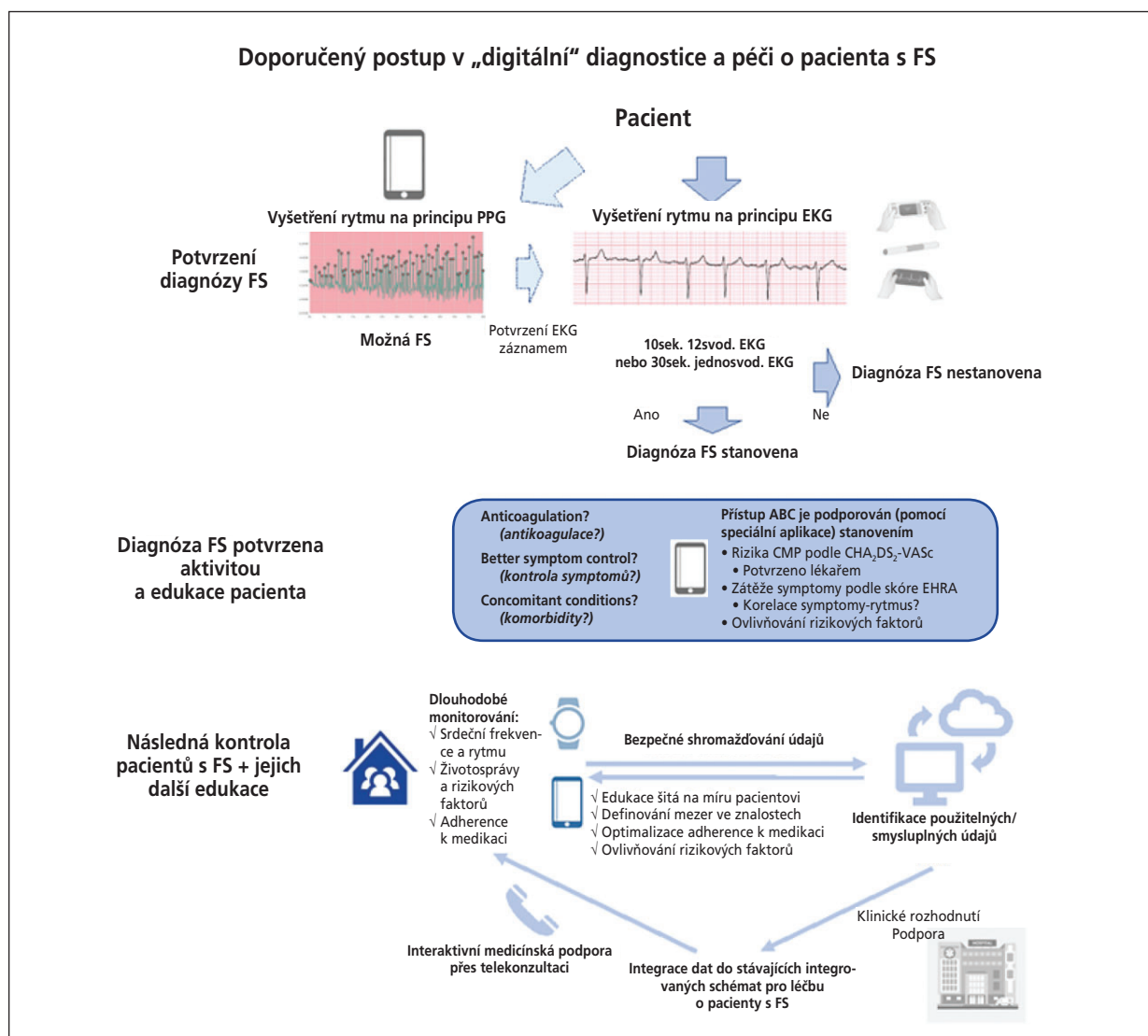
Přechod od screeningu k časnému zahájení péče o pacienta s fibrilací síní

Časná detekce FS umožňuje časné zahájení péče o pacienta s touto poruchou srdečního rytmu, a časné zahájení úpravy rytmu snižuje riziko nežádoucích účinků na kardiovaskulární systém. Strategie časně detekce FS musí navazovat na komplexní vyšetření jako nedílná součást integrované péče umožňující zahájení a vedení léčby FS u pacientů s nově stanovenou diagnózou FS. Při tomto přechodu od detekce FS k zahájení časně péče o pacienta s FS může jako jistá podpora posloužit digitální technika (obr. 8).

Aktivity a edukace na téma fibrilace síní

Ukázalo se, že adherence ke strategii integrované péče, pro niž byla zavedena zkratka ABC, je spojena se zlepšením klinického zdravotního stavu pacientů. Jednotlivá písmena zkratky znamenají A (Avoid stroke) = bránit vzniku cévní mozkové příhody; B (Better symptom management) = účinnější léčba symptomů, a C (Cardiovascular and other comorbidity risk reduction) = snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění a jiných komorbidit. Digitální technika může být nápomocná při stanovování rizika cévní mozkové příhody (A), zátěže symptomů a korelace symptomů se srdečním rytmem (B) a při úpravě a ovlivňování současné přítomných rizikových faktorů (C). Průběžná edukace pacientů může probíhat pomocí digitální infrastruktury s dlouhodobým shromažďováním údajů, jež lze řídit inteligentním zpracováváním těchto údajů, a nakonec využita v již zavedeném systému multidisciplinární a integrované péče na klinice pro pacienty s FS.

Do programu mAFA byla zařazena i prospektivní klastrová randomizovaná klinická studie, do níž byli náhodně zařazováni pacienti do skupiny s obvyklou péčí nebo s integrovanou péčí podle strategie ABC. V této studii byla procenta souhrnného sledovaného parametru ischemické cévní mozkové příhody/systémové tromboembolie, úmrtí a opakované hospitalizace nižší ve skupině s intervencí pomocí mobilní aplikace mAFA. V dlouhodobě prodloužené studii zůstaly příznivé účinky ve skupině s intervencí zachovány při vysoké adhezenci (ve shodě



Obr. 8 – Možné využití digitálních přístrojů u pacientů s fibrilací síní. CMP – cévní mozková příhoda; EHRA – Evropská asociace srdečního rytmu; FS – fibrilace síní.

s doporučením každodenní léčby) > 70 % a perzistencí (kontinuitě) > 90 % s užíváním OAC ve skupině s intervencí pomocí mobilní aplikace mAFA a se snížením rizika krvácení (obr. 9).

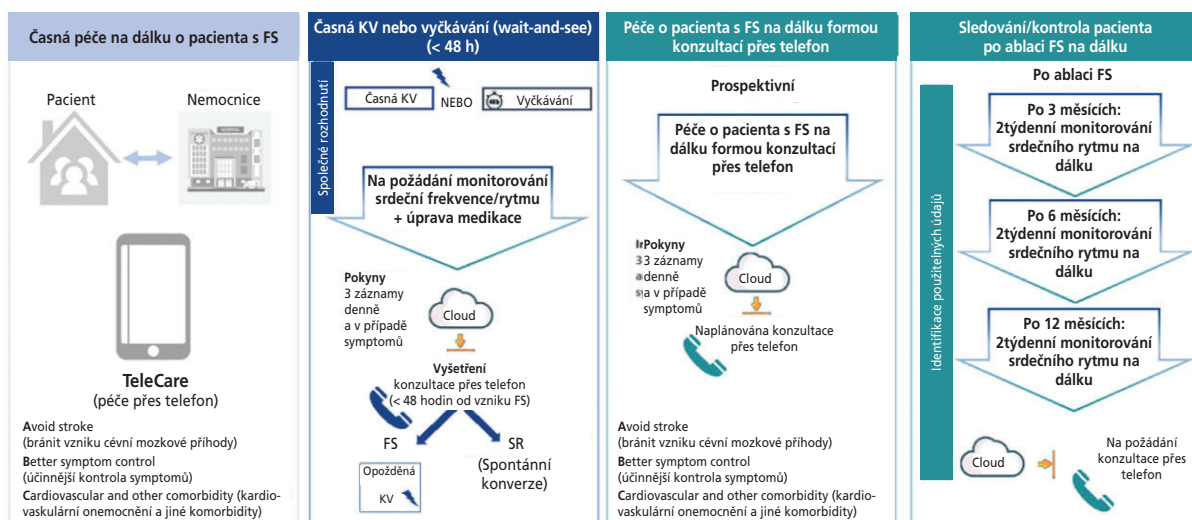
Monitorování rytmu fibrilace síní

I když podle Doporučených postupů pro diagnózu a léčbu FS Evropské kardiologické společnosti (European Society of Cardiology, ESC) z roku 2020 nelze metody PPG záznamu použít pro stanovení diagnózy FS, její poměrně běžná dostupnost a nízké náklady z ní činí zajímavý nástroj pro monitorování srdeční frekvence a rytmu pacientů s prokázanou FS. Mezi problémy záznamů přístroji fungujícími na principu PPG patří podhodnocení srdeční frekvence při FS až o 10 tepů/minutu pro nepřítomnost pulsu, nepřesné údaje v případě (například) nedostatečného kontaktu s kůží, aktivita kůže a její měnící se tonus. Přesné mezní hodnoty pro úpravu frekvence naměřené metodou PPG se v současnosti teprve definují.

Vzhledem k absenci (PPG) nebo náročnosti spojené s detekcí (EKG) vlny P může být stanovení diagnózy běžných tachyarytmií ze síní pomocí přístrojů fungujících na principu PPG i s jednosvodovým EKG záznamníkem obtížné. I když může být těžké najít rozdíly mezi FS, typickým flutterem, síňovou tachykardií a junkční tachykardií, je nutné tyto typy poruch srdečního rytmu při zvažování strategie ablace od sebe odlišit. V případě jednosvodového EKG záznamu z hodinek může detekci vln P usnadnit přiložení hodinek na jiné místo, například na kotník nebo prekordium.

Období kolem kardioverze

U pacientů s FS čekajících na plánovanou kardioverzi nebo u pacientů sledovaných s použitím vyčkávací taktiky na oddělení akutní péče (emergency department, ED) může být dosažení optimální úpravy frekvence náročné. Při snaze o optimalizaci úpravy frekvence v období kolem kardioverze je účinné pravidelné hodnocení úpravy frekvence a použití jednoduchého protokolu preprocedurálního nastavení medikace.



Obr. 9 – Praktické příklady péče o pacienty s FS za použití digitální techniky. Za povšimnutí stojí skutečnost, že pro panely 2–4 stále ještě nebyly provedeny randomizované kontrolované studie, které by měly sloužit jako příklady nepřetržitého zavádění digitálních nástrojů do praxe. Ve všech případech požadovaného monitorování srdeční frekvence/rytmu na dálku musí záznam digitálním přístrojem ověřit zkušený lékař. FS – fibrilace síní; KV – kardioverze; SR – sinusový rytmus.

Strategie TeleWAS-AF usnadňuje péči o pacienty s FS v období kolem kardioverze formou monitorování srdeční frekvence a rytmu na dálku pomocí digitální techniky, a umožňuje tak nastavení medikace pro úpravu srdeční frekvence na dálku i zajištění spontánní obnovy sinusového rytmu. Obecně platí, že pro použití tohoto přístupu jsou vhodné všichni pacienti ve stabilizovaném stavu, kteří byli dopraveni na ED s nedávno vzniklou symptomatickou FS, u nichž se zvažuje vyčkávací taktika a u nichž lze využít digitální techniky pro monitorování srdeční frekvence a rytmu na dálku. Otázku, zda používání digitální techniky může usnadnit péči o pacienty s FS na ED a snížit zátěž systému ED, v současnosti zkoumá několik studií (obr. 9).

Stav po ablaci

Holterovské monitorování EKG se často používá pro sledování srdečního rytmu 3, 6 a 12 měsíců po ablaci FS s cílem zjistit případnou recidivu této arytmie. Během pandemie onemocnění covid-19 sbíralo několik zdravotnických zařízení zkušenosti s používáním digitálních přístrojů na požádání v rámci kontroly po ablaci FS. V pilotní monocentrické studii byly u pacientů používajících digitální techniku nalezeny tři měsíce po ablaci FS – ve srovnání s pacienty s obvyklou péčí – podobné hodnoty zachytu FS a snížená nutnost dalšího monitorování EKG. Současně je nutno upozornit, že používání většiny přístrojů ještě nebylo validováno pro populaci po ablaci, která přitom může být náchylnější k vzniku jiných síňových tachykardií než FS, jež se mnohem hůře diagnostikují pomocí digitálních přístrojů používajících jednosvodové EKG nebo princip PPG. Starší studie prokázaly, že dva týdny dlouhodobého intermitentního monitorování digitálními přístroji detekovaly recidivu FS účinněji a byly pacienty využívány častěji než krátké kontinuální holterovské monitorování.

Sledování fibrilace síní

Během pandemie onemocnění covid-19 byla ve 40 evropských zdravotnických zařízeních používána strategie digitálního přístupu (na požádání) k péči o pacienty s FS na dálku formou telefonických konzultací. Tento tzv. TeleCheck-AF přístup umožňuje dálkové monitorování srdeční frekvence a rytmu metodou PPG u pacientů s péčí poskytovanou formou konzultací přes telefon. Pacienti byli požádáni, aby používali aplikaci PPG třikrát denně a v případě symptomů jeden týden před telefonickou konzultací. Získané informace byly následně použity během telefonické konzultace (obr. 9). Ze získaných údajů lze soudit na příznivé zkušenosti zdravotnických zařízení i samotných pacientů. Účinek této intervence na klinické výsledky pacientů bude předmětem jedné randomizované kontrolované studie.

Mobilní platformy a systémy podpory

Přes svoji širokou dostupnost nebyla dosud většina mobilních platform a systémů podpory v kontextu FS zhodnocena z hlediska účinnosti a pouze menšina z nich již byla schválena pro použití v Evropské unii (s označením CE). Spolu s konsorciem CATCH-ME vyvinula Evropská kardiologická společnost (ESC) patientskou aplikaci podporující edukaci pacientů, sebedpéči a interakci s poskytovateli zdravotní péče i aplikaci pro poskytovatele péče, která má zjednodušit volbu způsobu léčby a optimalizovat adherenci k doporučeným postupům pro léčbu FS. Žádná z aplikací dosud nebyla testována z hlediska klinických výsledků. S cílem zlepšit adherenci k užívání OAC staršími pacienty s FS formou každodenních úkolů pro zlepšení zdravotního stavu jich samotných a jejich vnoučat byla vyvinuta aplikace nazvaná Health Buddies („Zdraví kámoši“). Výsledkem bylo malé zvýšení objemu znalostí a přetrvávající vysoká adherence k léčbě OAC. Přehled rozhodovacích nástrojů a aplikací pro zdravotníky lze na-

lézt v Doporučených postupech ESC pro diagnostiku a léčbu fibrilace síní z roku 2020 (2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of AF).

Konsenzuální stanovisko

Postup v péči o pacienty s FS pomocí digitální techniky musí dodržovat strukturu integrované péče, například strategii ABC (Atrial fibrillation Better Care).	
Péči o pacienty s FS pomocí digitální techniky je nutno začlenit do již zavedených postupů v péči o pacienty s FS, kdy se předpokládá účast a zapojení samotného pacienta.	
Ve strukturovaném dálkovém sledování pacientů s již diagnostikovanou FS může být použití digitálních přístrojů přínosné.	
Péče o pacienty s FS formou telefonických konzultací s podporou v podobě monitorování frekvence a rytmu pomocí digitální techniky může představovat alternativu k tradičním konzultacím „z očí do očí“ na klinikách pro ambulantní pacienty s FS a lze ji poskytovat podle preferencí pacienta.	
Při klinickém sledování pacienta po izolaci plicních žil může být intermitentní monitorování rytmu digitálními přístroji vhodné.	

FS – fibrilace síní.

Komorové arytmie a synkopa

Použití digitální techniky může představovat doplňkovou metodu ke klasickému monitorování arytmií, protože s její pomocí lze dokumentovat arytmie na EKG záznamu během symptomatických epizod i během sledování pacienta po léčbě. Samotným pacientem aktivované digitální přístroje nicméně nenahradí pravidelné kontinuální monitorování v případě nereagujících (synkopa) nebo nesnášených (komorové arytmie) příhod. V těchto situacích mají řadu předností implantované monitory srdečního rytmu.

Digitální přístroje fungující na principu EKG mohou potenciálně účinně odlišit KT od supraventrikulární tachykardie (SVT), zatímco PPG nedokáže odlišit komorový od supraventrikulární rytmu. Softwarové algoritmy ani klinická adjudikace (ověření a potvrzení) diagnózy se zatím v případě komorových arytmií nepoužívají.

Synkopa

Pro vyšetření srdečního rytmu během synkopy se používají implantabilní nebo nositelné přístroje pro kontinuální ambulantní dlouhodobější monitorování. V současnosti používané přístroje typu „direct-to-consumer“ (přímo ke spotřebiteli) nemají pacientem aktivované systémy se smyčkovým záznamem aktivovaným po vymizení synkopy.

Multicentrická studie typu RCT srovnávající použití kapesního přístroje pro EKG záznam vs. standardní péči u pacientů přivezených na ED s palpitacemi nebo se synkopou prokázala vyšší procenta zachytu symptomatických arytmií ve skupině s kapesním EKG přístrojem.

Pády v důsledku synkopy vedou k nehodám, které na dlouhou dobu vyrazují z provozování běžných aktivit zvláště starší osoby. Přístroje s akcelerometry a gyroskopy, jako například chytré hodinky, mohou zjistit pád,

a pokud jejich uživatel nijak nereaguje, mohou spustit nouzové volání o pomoc. Nedávno publikovaná studie naznačila, že senzitivitu těchto přístrojů je nutno zvýšit. Jako užitečné se mohou ukázat být aplikace v mobilech kombinující analýzu údajů z monitorování srdeční frekvence s detekcí pádu, polohou určenou pomocí GPS, videozáznamem se zobrazením pacientova okolí a aplikace schopné vyslat upozornění buď samotným pacientem v případě vzniku symptomů, nebo automaticky v případě zaregistrovaného pádu. Podle jedné starší práce by údaje získané metodami EKG a PPG snad mohly pomáhat předpovídat vznik nervové podmíněných synkop. Je třeba dále zkoumat retrospektivní údaje o základním rytmu po spuštění příhody u hemodynamicky nestabilních pacientů nebo u jedinců se synkopou i možnosti analýzy spojených údajů srdečního rytmu a krevního tlaku.

Komorová tachykardie

Používání digitálních přístrojů pro detekci komorové tachykardie (KT) silně zaostává za používáním digitální techniky v případě FS, a to ze dvou důvodů: (i) setrvalé KT nemusejí být hemodynamicky tolerovány, a zabraňují tak uživateli spustit záznam a (ii) je nutno zdokonalit diskriminátory tachykardie. Náhlé zrychlení tepové frekvence zjištěné digitálním přístrojem ukazuje na možné paroxysmální tachykardie, ale metoda PPG není s to rozpoznat původ tachyarytmií, a většina digitálních přístrojů fungujících na principu EKG musí být aktivně spuštěna, což nemusí být proveditelné u pacientů netolerujících VT. Výjimkou jsou jednorázové EKG záznamníky s nepřetržitým záznamem. U dalších přístrojů pro EKG záznam si může vysoká zátěž předčasnými komorovými stahy nebo symptomy dokumentované tachykardie se širokým komplexem QRS vyžádat další vyšetření kardiologem vedoucí ke stanovení diagnózy KT.

Objevily se kazuistiky se symptomatickými epizodami VT, zaznamenanými pacienty na jejich kapesních EKG přístrojích nebo chytrých hodinkách. I když bez EKG záznamu lze sotva stanovit diagnózu VT, v jednom případě chůvička (chytrá ponožka), wearable přístroj pro monitorování srdeční funkce, synchronizovaný s chytrým telefonem, zachytil rychlý rytmus kojence a donutil rodiče vyhledat lékařskou pomoc; výsledkem byla diagnóza faskikulární VT.

Komorovou tachykardii obvykle ověřuje a potvrzuje lékař pouze v případě tachykardie se širokým komplexem QRS dokumentované nositelnou digitální technikou a znovu zachycené na EKG záznamu nebo invazivním vyšetřením. V budoucnu může 12svodový systém s funkcemi bluetooth a chytrého telefonu pro EKG záznam a monitorování, schopný analyzovat variabilitu EKG morfologie mezi jednotlivými stahy, zjišťovat ischemii myokardu a vnímavost k letálním arytmiím a 6svodové EKG záznamníky mohou pomáhat přesněji diagnostikovat KT. U symptomatických pacientů bez strukturálního onemocnění srdce může nositelná technika pomáhat dokumentovat arytmii na EKG záznamu při epizodách symptomatických KT a doplňovat klasické monitorování srdečního rytmu.

Vzhledem ke stále intenzivnějšímu používání digitálních přístrojů by náhodně zjištěné tachykardie se širokým komplexem QRS mohly být stále běžnější. Jakýkoli náhod-

ný nález pomocí digitálního přístroje budící podezření na VT musí nutně vést k dalšímu diagnostickému vyšetření.

Tachykardie se širokým komplexem QRS zaznamenaná na nositelném přístroji si musí „vyžádat“ kardiologické vyšetření na základní srdeční onemocnění a spustit další neinvazivní i invazivní pátrání po arytmií. V budoucnu může další vývoj a rozvoj nositelné techniky pomáhat v diagnostice symptomatické VT a rozhodování v klinické praxi. V současnosti se pro záznam epizod VT stále ještě doporučuje provádět klasické kontinuální EKG monitorování.

Konsenzuální stanovisko

Pro záznam epizod VT se dává přednost klasickému kontinuálnímu EKG monitorování rytmu.	
U pacientů se symptomy a bez hemodynamické nestability mohou digitální přístroje fungující na principu EKG doplnit klasické monitorování rytmu.	
Záchyt tachykardie se širokým komplexem QRS digitálním přístrojem si musí „vyžádat“ okamžité vyšetření kardiologem.	

Digitální technika při farmakoterapii antiarytmiky 1. a 3. třídy

Účinky antiarytmik spočívají převážně v rozšiřování komplexu QRS (antiarytmika 1. třídy) nebo v prodloužení intervalu QT (antiarytmika 3. třídy). Obecně platí, že rozšíření komplexu QRS o > 25 % nebo prodloužení korigovaného intervalu QT nad 125 % vstupní hodnoty (nebo QTc nad 500 ms) ve většině případů vyžaduje vysazení nebo snížení dávky antiarytmik. Předčasné komorové stahy a nesetřvalá VT by mohly představovat známky bezprostředně hrozících arytmiických fatálních příhod na podkladě VT nebo fibrilace komor. Kvůli obavám z prodloužení QT a polymorfni VT přetrvává spor ohledně bezpečnosti zahájení antiarytmické léčby u ambulantních pacientů.

V některých případech mohou digitální přístroje s funkcí EKG záznamu umožnit podrobnější interpretaci EKG záznamu včetně určení šířky komplexu QRS a délky intervalu QT.

Monitoring intervalu QT

Pro monitorování QTc již bylo americkým FDA schváleno několik digitálních přístrojů (KardiaMobile 6L, AliveCor a Biotel Heart MCOT, Philips), dosud však nebyly publikovány žádné studie na téma zahájení léčby antiarytmiky a titrace jejich dávek. Proto je nutno používat digitální přístroje k monitorování účinků léčiv s opatrností.

Celkově přinesly studie zaměřené na monitorování intervalu QT digitálními přístroji malé a protichůdné výsledky. V malé studii srovnávající wearable systém dálkového monitorování s vizuálním měřením intervalu QT byla prokázána poměrně příznivá přesnost. Nedávno provedená studie srovnávala hodnoty intervalů QT v sinusovém rytmu naměřené při EKG záznamu na chytrém telefonu s 12svodovým EKG záznamem u pacientů užívajících sotalol nebo dofetilid. Záznam z chytrého telefonu dokázal

zachytit prodloužení intervalu QTc, přičemž svod I chytrého telefonu měřil QTc velmi přesně při hodnotě < 500 ms. Naproti tomu u jiných chytrých hodinek s funkcí EKG záznamu bylo měření intervalu QT přesné pouze u 85 % pacientů. Používání algoritmů umělé inteligence v chytrých hodinkách pro vyšetření intervalu QT u pacientů léčených makrolidovými antibiotiky prokázalo pouze dobrou shodu s vizuálním měřením na 12svodovém EKG.

Studie s jednosvodovými digitálními přístroji prokázaly nejednotné výsledky, a pokud by záznam nebyl validován vstupním EKG záznamem, mohl by případně jednosvodový EKG záznam nezachytit důležité informace o intervalech QT. Na začátku měření digitálním přístrojem je nutné individuálně nastavit vektor záznamu a srovnat jej s intervalech z povrchového 12svodového EKG. V případě potenciálně klinicky významného, abnormálního nálezu na EKG záznamu pořízeném digitálním přístrojem je nutno pro jeho potvrzení pořídit povrchový 12svodový EKG záznam.

Lze tedy shrnout, že studií s digitálními přístroji je velmi málo a algoritmy automatické detekce arytmií by mohly nezachytit epizody arytmií. To znamená, že dříve, než bude možno používat wearable digitální přístroje při zahajování léčby antiarytmiky k titraci dávek i v průběhu léčby, bude nutno provést ještě další studie.

Konsenzuální stanovisko

Při zahajování léčby antiarytmiky u ambulantních pacientů může být užitečné monitorovat srdeční rytmus pomocí digitálních přístrojů s funkcí EKG záznamu.	
Po zahájení léčby antiarytmiky u ambulantních pacientů může být užitečné monitorovat symptomatické/asymptomatické epizody arytmiie (supraventrikulárních/VT, ektopických stahů) pomocí digitálních přístrojů s funkcí EKG záznamu.	
Pokud digitální přístroj poskytne po zahájení léčby antiarytmiky abnormální EKG záznam, je nutno urychleně natočit 12svodový EKG.	

VT – ventrikulární tachykardie.

Používání digitálních přístrojů u pacientů s dědičnými arytmiogenními onemocněními

Mezi dědičná arytmiogenní onemocnění patří genetické choroby (arytmické syndromy a kardiomyopatie) projevující se velkým spektrem fenotypů, které vyžadují různou intenzitu monitorování. Přínosem digitálních přístrojů u těchto pacientů je snadnost používání, které umožňuje lékářům monitorovat EKG pacientů častěji během každodenních aktivit, ale i ve specifických prostředích/při známých spouštěcích, například při cvičení, po cvičení, po probuzení, při horečce a při emoční zátěži. Digitální přístroje navíc nabízejí možnost identifikace arytmiie během epizody doprovázené symptomy, což může napomáhat při získávání EKG záznamu symptomatických arytmií (např. maligních komorových arytmií vs. supraventrikulárních arytmií) a zpřesňování stratifikace pacientova rizika (např. záchytem nesetřvalých VT při hypertrofické kardiomyopatii nebo arytmiogenní kardiopatii); mohou ale i pomoci uklidnit pacienta, pokud příčina jejich symp-

tomů (např. presynkopa) nesouvisí se srdeční arytmií. Studie s digitálními technikou u této pacientské populace náchylné k těžkým arytmiím je nicméně velmi málo a před jejím širším využíváním v klinické praxi bude nutno provést další studie.

Budoucí využívání digitálních přístrojů v klinické praxi souvisí s diagnostikou, detekcí arytmií a monitorováním parametrů EKG vyšetření. Některé dynamické proměnné na ambulantním EKG záznamu mohou ukazovat na určitá genetická onemocnění; jedná se například o interval QT u syndromu dlouhého intervalu QT (long-QT syndrome, LQTS) nebo o EKG obraz typu I z pravých prekordiálních svodů u syndromu Brugadaových (BrS). Čtyřadvacetihodinový kontinuální 12svodový EKG záznam může vést k zachytu spontánního EKG obrazu typu I alespoň jednou za 24 hodin u více než 34 % případů původně klasifikovaných jako „léky navozený BrS“. Při použití ambulantního EKG monitorování byly na EKG zaznamenány specifické charakteristiky LQTS spojené s torsade de pointes (mikro-alternans T vlny).

U pacientů s dědičnými arytmogenními onemocněními jsou již známy spouštěče maligních arytmií, které vyžadují častější EKG záznam a monitorování rytmu:

- LQTS: elektrolytové abnormality, léky prodlužující interval QT, infekční onemocnění covid-19
- LQTS-2: stav po porodu
- BrS: horečka

• QLQTS-1/arytmogenní pravokomorová kardiomyopatie/hypertrofická kardiomyopatie/katecholaminergní polymorfni VT: sportovní aktivita

Studie měření intervalů QT digitálními přístroji přinesly rozporuplné výsledky; viz oddíl o antiarytmických léčivech. Některé možnosti jsou slibné, například použití 6svodového EKG přístroje schváleného pro měření intervalů QT a použití umělé inteligence v digitální technice při zachycování hodnot $QTc \geq 500$ ms. U pacientů s LQTS může zajistit časnou detekci podhraničních hodnot QTc a hodnotit odpověď pacienta na léčbu antiarytmiky. Digitální přístroje tak mohou potenciálně nalézt využití v dalším monitorování intervalu QT, nicméně je třeba je ještě dále hodnotit u pacientů s LQTS.

Konsenzuální stanovisko

Digitální přístroje lze používat u pacientů s dědičnými arytmogenními onemocněními při stanovování diagnózy, v detekci arytmií a monitorování parametrů EKG vyšetření.	
Měření intervalu QT digitálními přístroji validovanými pro tento účel může být vhodné u pacientů s LQTS během farmakologické léčby, která by snad mohla prodloužit interval QT, a při expozici pacienta spouštěči (např. v období po porodu, během a po cvičení, při infekčním onemocnění covid-19) a zhodnotit účinnost konkrétního léčiva.	

LQTS – syndrom dlouhého intervalu QT.

Digitální přístroje běžně používané sportovci

Sportovci začali digitální přístroje používat pro účely tréninku, hlavně monitorování srdeční frekvence, již brzy po

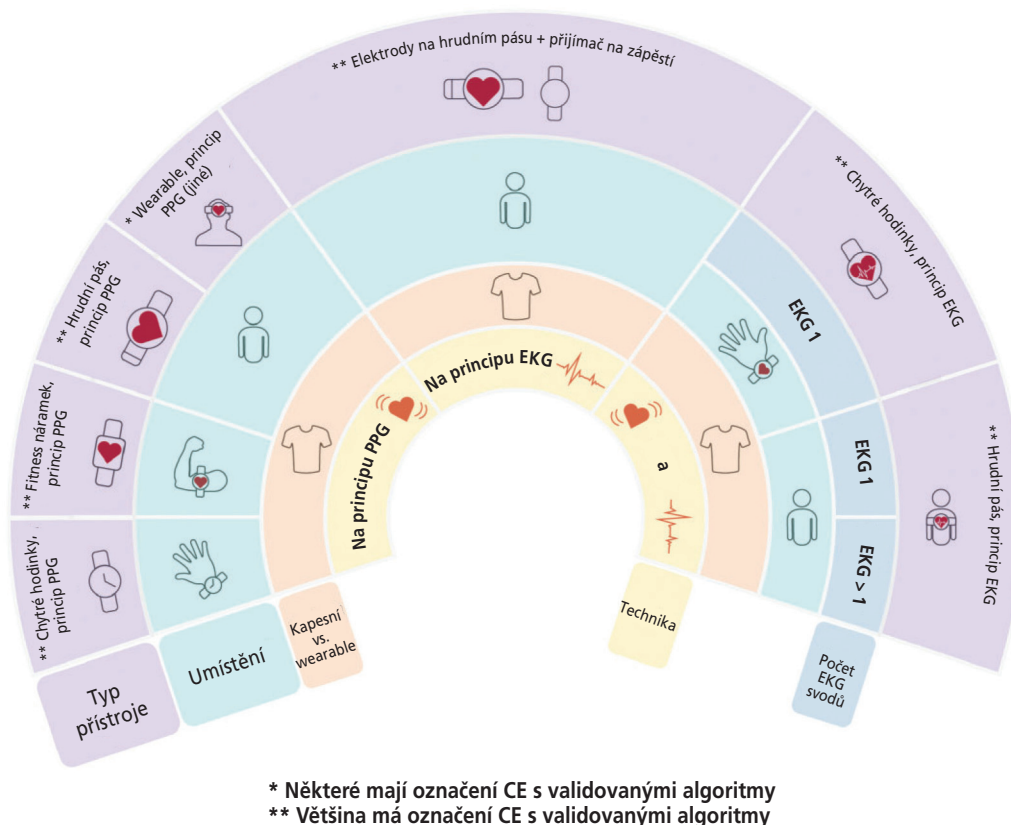
jejich uvedení na trh. V současnosti sportovci často používají pro tréninky a závody nepřeborné množství monitorů srdeční frekvence (heart rate monitor, HRM). Ty jsou vybaveny buď EKG senzory v přístrojích nošených na hrudi, nebo technikou fungující na principu PPG a vestavěnou do přístrojů nošených na zápěstí, paži (např.), čele nebo (s klipem) na uších (obr. 10).

Monitory srdeční frekvence na hrudním pásu sestávají ze dvou částí: elektrokardiografického senzoru umístěného v hrudním pásu, kde přímo měří srdeční elektrickou aktivitu, a přijímače (receiveru) na zápěstí, kde se zobrazují hodnoty srdeční frekvence. Srdeční frekvence se měří počítáním intervalů RR bez EKG záznamu. Oproti holterovským monitorům jako zlatým standardem zaznamenávají tyto přístroje kmit R s vysokou přesností. Mezi jejich hlavní limitace patří artefakty vznikající interferencí mezi pásem a přijímačem – často v důsledku nedostatečného kontaktu, interakcí mezi podprsenkou a pásem u sportovkyň – a celkové nepohodlí při nošení.

Přístroje fungující na principu PPG a nošené na zápěstí, paži, čele nebo na uších jsou menší, příjemnější na nošení a stojí méně, proto jsou přes jejich menší spolehlivost rozšířenější. Hlavním faktorem určujícím přesnost měření srdeční frekvence jsou algoritmy používající filtraci šumu a vypočítávající srdeční frekvenci z údajů získaných metodou PPG, často se ovšem jedná o uzavřené systémy. Validační studie s použitím holterovských monitorů sloužících jako kontroly prokázaly vysokou kvalitu přístrojů umístěných na hrudním pásu (přesnost > 0,90) ve srovnání s monitory nošenými na zápěstí a fungujícími na principu PPG (vysoce různorodá přesnost v rozmezí 0,36–0,99). Žádný z těchto přístrojů není určen pro použití jako HRM v oblasti medicíny během zátěže. Někteří sportovci přesto mohou vyhledávat lékařskou pomoc pro vysokých (nebo extrémně) nízkých hodnotách srdeční frekvence na svých monitorech, ať již v přítomnosti symptomů, nebo bez nich. Jak sportovci, tak zdravotníci musejí kriticky zhodnotit a ověřit zjištěné údaje, zvláště v případě použití metody PPG při zátěži. Abnormální hodnoty srdeční frekvence je nutno potvrdit prostou palpací tepu a ideálně EKG záznamem (obr. 12). Přidání (jednosvodového) EKG záznamu na HRM představuje významný pokrok; některé tyto přístroje nabízejí třísvodový EKG záznam z končetin. Potvrzení původně naměřených hodnot elektrokardiogramem je obzvláště důležité v případě bradyarytmií kvůli korekci tepu nezachyceného digitálním přístrojem. Další parametry zaznamenávané digitálními přístroji, jako jsou variabilita srdeční frekvence, akcelerace, poloha těla, teplota a saturace krve kyslíkem, sice mohou být cenné při monitorování sportovců, v tomto textu se však jimi nebudeme zabývat.

Diagnostické scénáře u sportovců s abnormálními hodnotami srdeční frekvence a/nebo s podezřením na arytmie

Existují scénáře, podle nichž může být monitorování srdeční frekvence při současně dostupné digitální technice u sportovců užitečné. Rozlišujeme dva základní scénáře, pro něž představujeme dvě diagnostická schémata (obr. 11): (A) sportovec s abnormálními hodnotami zaznamenanými na HRM (tachyarytmie nebo bradyarytmie) a (B)



Obr. 10 – Přehled digitálních přístrojů pro sportovce. PPG – fotoplethysmografie (photoplethysmography).

symptomatický sportovec s podezřením na arytmií: možné použití monitoru srdeční frekvence.

Oficiální stanoviska odborných společností přinášejí doporučení, někdy horní hodnoty aktivity a/nebo srdeční frekvence, pro pacienty se známými arytmiickými syndromy nebo s potenciálně arytmogenními onemocněními, kteří provozují odpočinkové aktivity nebo sporty na vrcholové úrovni. U těchto pacientů lze přístroje typu HRM – ideálně přístroje, které se na tělo upevňují pomocí hrudních pásů spíše než technika fungující na principu PPG – použít k monitorování maximálních hodnot srdeční frekvence nastavených jejich lékařem (obr. 12).

Konsenzuální stanovisko

Když sportovci vyhledají lékařskou péči pro abnormální srdeční frekvenci zachycenou na běžném HRM, musí – k odlišení podezřelého šumu arytmií od oversensingu – naměřené údaje kriticky zhodnotit zkušený lékař (zvláště v případě záznamu metodou PPG).	♥
U sportovců používajících HRM je nutno abnormální naměřené hodnoty potvrdit EKG záznamem.	♥
V případě abnormálního výsledku vyšetření srdce nestačí pro stanovení diagnózy pouze neprofesionální přístroje pro měření srdeční frekvence: výsledek musí nutně potvrdit EKG záznam.	♥

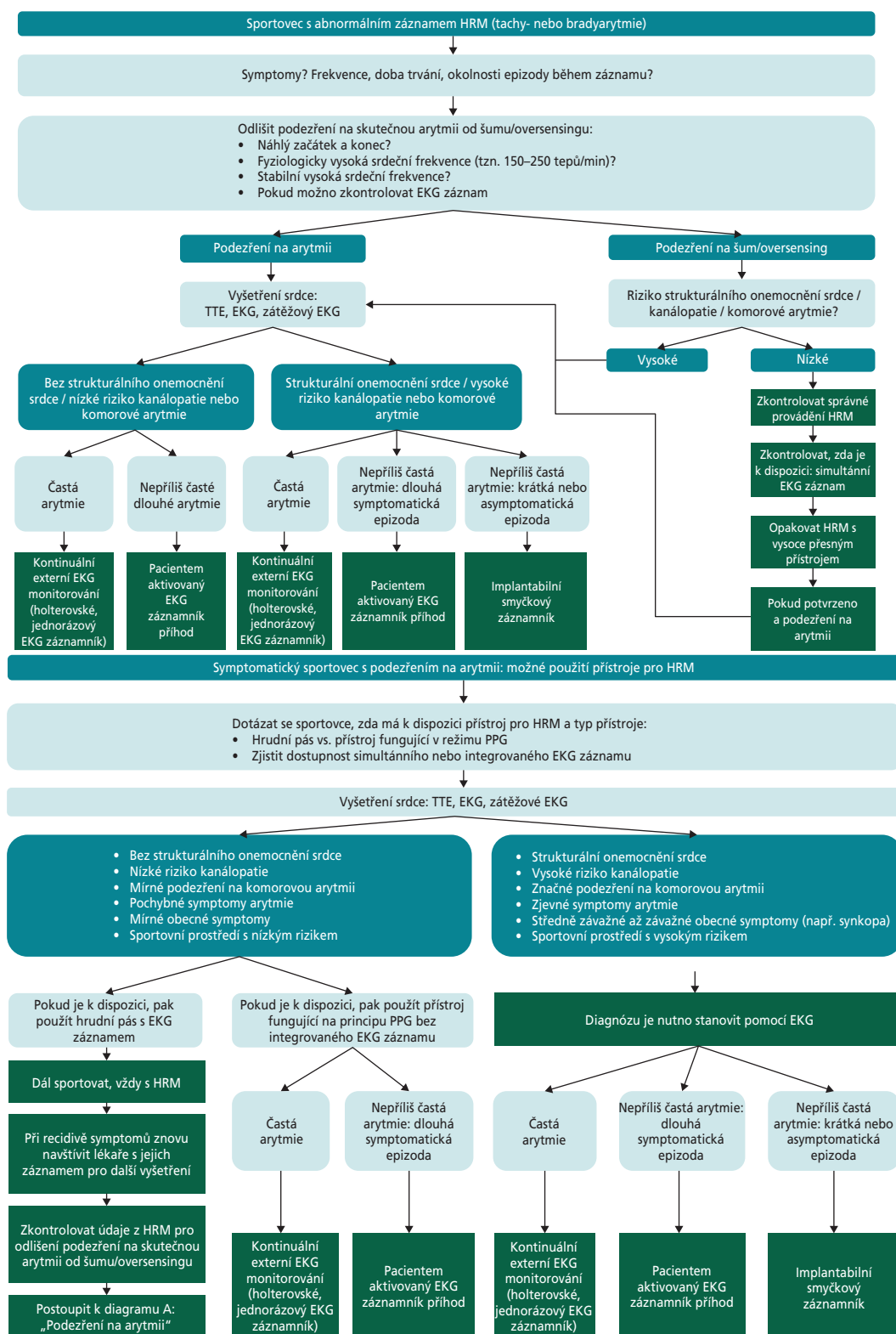
HRM – monitor srdeční frekvence (heart rate monitor); PPG – fotoplethysmografie (photoplethysmography).

Zpracování zdravotních údajů – Obecné nařízení o ochraně osobních údajů (General Data Protection Regulation)

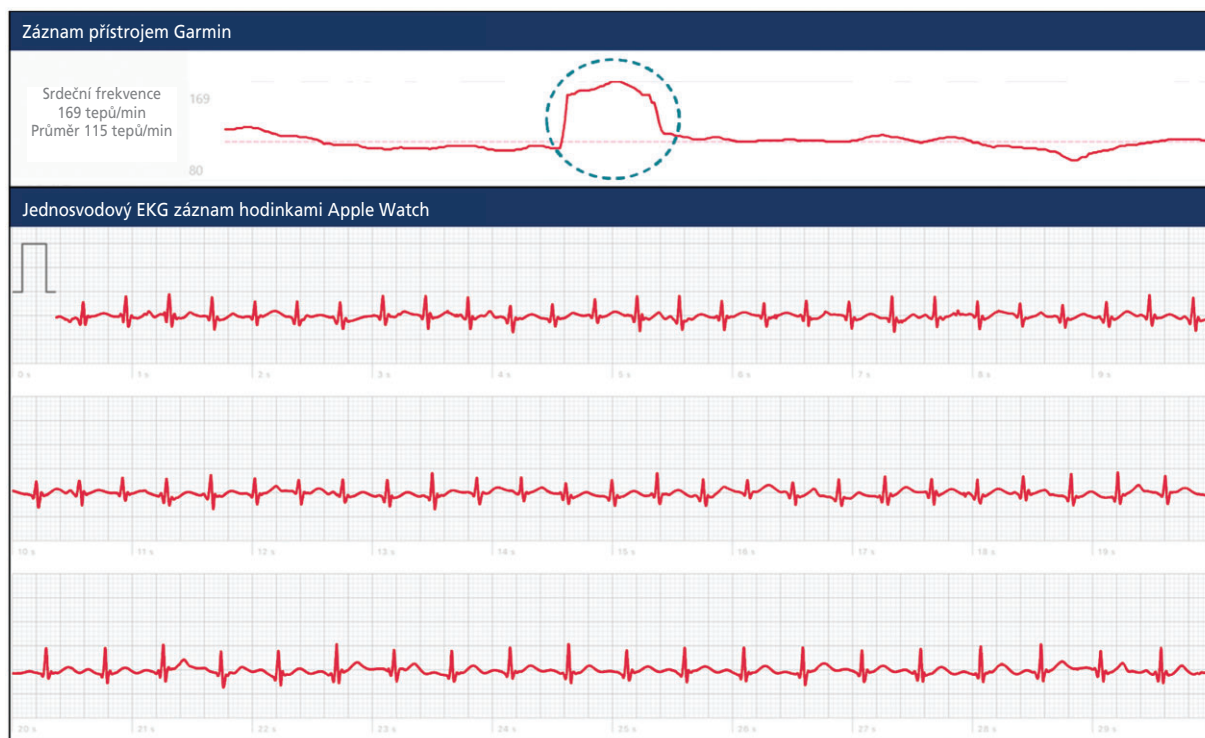
Použití digitální techniky a wearables pro monitorování a léčbu arytmií předpokládá zpracovávání (například shromažďování a interpretaci) velkého objemu jednotlivých údajů. Pokud je použití této přístrojové techniky určeno i pro zpracovávání osobních údajů a pokud je provádí kontrolor údajů nebo zpracovatel údajů (společnost nebo organizace) se sídlem v EU, pak se na tyto aktivity vztahují zásady Obecného nařízení o ochraně osobních údajů (General Data Protection Regulation, GDPR). Protože jsou údaje někdy ukládány na servery v různých zemích, je nutno počítat s přeshraničním přenosem velkého množství údajů. Při přenosu údajů v rámci EU je zajištěna vysoká míra jejich ochrany. Problémy vyvstávají, pokud mají být údaje přeneseny do země mimo EU, pak je požadována smlouva (zaručující stejnou míru ochrany údajů) nebo výslovný souhlas subjektu údajů.

Dokument GDPR vstoupil v platnost 25. května 2018 jako reakce na technický pokrok vyžadující aktualizovaný a přísnější evropský právní rámec ochrany údajů. Nedořezování těchto požadavků může být spojeno s vysokým finančním postihem (uloženým dozorovými orgány).

Údaje zaznamenané a/nebo přenesené digitální a wearable technikou se týkají hlavně zdraví, a to tělesného i duševního. V dokumentu GDPR se zdravotní



Obr. 11 – Diagram diagnostických scénářů u sportovců s (A) abnormálním záznamem z monitoru srdeční frekvence (heart rate monitor, HRM) a/nebo (B) s podezřením na arytmii. EKG – elektrokardiogram; HRM – monitor srdeční frekvence (heart rate monitor); PPG – fotoplethysmografie (photoplethysmography); TTE – transtorakální echokardiogram.



Obr. 12 – Sportovec s náhlým zrychlením srdeční frekvence doloženým na monitoru srdečního rytmu. Sportovec (48letý muž) se dostavil na kliniku s palpitacemi během tréninku na rotopedu, kdy došlo se zrychlení srdeční frekvence ze 120 na 180 tepů/minutu bez jakýchkoli zjevných spouštěčů. Jeho hrudní pás (Garmin Edge 1030) zaznamenal náhlý vznik epizod shodujících se se subjektivně vnímanými palpitacemi. Vzhledem ke známé přesnosti hrudního pásu a současné přítomnosti symptomů ukazoval záznam na pravděpodobnou arytmiu. Protože vyšetření srdce vyloučilo jeho strukturální onemocnění a epizody byly delší (viz schéma A), bylo nutno získat EKG záznam aktivovaný samotným pacientem. Pacient náhodou používal i chytré hodinky AppleWatch 4 a byl požádán, aby při recidivě symptomů a/nebo zrychlení srdeční frekvence aktivoval EKG záznam (viz schéma B, scénář vlevo). Pacient se dostavil na kliniku se záznamem získaným po náhlém skokovém zvýšení srdeční frekvence, přičemž zároveň popsal palpitace (modrý kruh s tečkovanou čarou), což potvrdilo epizodu SVT (zrušenou na konci záznamu). SVT – supraventrikulární tachykardie.

údaje označují jako „citlivá“; jejich zpracovávání vyžaduje nejvyšší stupeň ochrany. Zpracovávání zdravotních údajů je obecně zakázáno, nicméně některé okolnosti umožňují tento zákaz porušit (viz čl. 9, odst. 2 GDPR). Zpracovávání údajů z digitálních přístrojů, kdy jsou tyto údaje nezbytné pro poskytování zdravotní péče (detekce a léčba arytmií) a pacient s jejich zpracováváním v souvislosti s léčbou vyslovil souhlas, je v mezích zákona. Pokud se přístroj použije v rámci výzkumného protokolu, musí být podle zákona zpracovávání údajů nezbytné pro provádění daného výzkumu při přijetí specifických opatření na ochranu základních práv a zájmů předmětu údajů. Pokud by však účel zpracování údajů překračoval tyto limity (komerční zájmy sledované různými společnostmi), pak je nutný pacientův svobodný a informovaný souhlas; písemný souhlas není vyžadován, ale kontrolor údajů musí prokázat, že zainteresovaná osoba se zpracováním údajů svobodně souhlasila. Pokud se například společnost dodávající do nemocnic digitální techniku dohodne s poskytovatelem péče, že smí shromažďovat a používat údaje identifikovatelných pacientů pro vlastní účely společnosti, je informovaný souhlas požadován.

Zdravotníci, zdravotnické organizace a společnosti podílející se na používání digitálních přístrojů a wearables mají ve své úloze kontrolora nebo zpracovatele významné

povinnosti ohledně ochrany údajů; tyto povinnosti je nutno jednoznačně vymezit v dohodě o zpracovávání údajů, stejně jako cíl a způsob zpracovávání údajů. Celý „cyklus zpracovávání údajů“ musí být transparentní a podroben zhodnocení důsledků tohoto cyklu na důvěrný charakter údajů, které mezi jiným posuzuje, zda jsou dodržovány principy specifikace účelu (není další zpracovávání neslučitelné s definovaným účelem?) a minimalizace údajů (jsou skutečně shromažďovány pouze údaje potřebné pro uvedený účel?), stejně jako účast úředníka pověřeného ochranou údajů.

Významná část dokumentu GDPR je věnována právům subjektu údajů (kapitola III), jako je právo na informování o shromažďovaných údajích, o délce jejich uchování, o určených osobách, které je smí používat a tak dále. Další práva se týkají např. přístupu k údajům a jejich vymazávání. V případech porušení důvěrné povahy údajů musejí být osoby, jichž se to týká, vyrozuměny do 72 hodin (obr. 13).

Konsenzuální stanovisko

Pro shromažďování nebo zpracovávání individuálních údajů občanů EU digitálními přístroji je nutno zajistit dodržování požadavků Obecného nařízení o ochraně osobních údajů (General Data Protection Regulation, GDPR).





Obr. 13 – Zpracovávání zdravotnických/zdravotních údajů

Další vývoj

Pro stanovení diagnózy FS v současnosti již postačuje 30sekundový jednosvodový EKG záznam. Doporučené postupy ESC pro diagnostiku a léčbu fibrilace síní z roku 2020 (2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of AF) sice stále ještě zmiňují vizuální interpretaci jednosvodových záznamů z kapesních EKG záznamníků, ale přesnost algoritmů automatické interpretace jednosvodového EKG záznamu a záznamu metodou PPG se rychle zdokonaluje. Přesnost automatické interpretace záznamů z kapesního EKG záznamníku i přístrojů fungujících na principu PPG může být jednou taková, že pro stanovení diagnózy FS už nebude povinná vizuální interpretace záznamu.

Umělá inteligence již byla použita k predikci rizika dysrytmii podle elektronických zdravotních záznamů, k vyhledávání pacientů se (EKG záznamu) skrytým LQTS, k predikci rizika vzniku FS analýzou EKG záznamu v sinusovém rytmu nebo k hodnocení klinicky významného prodloužení QTc podle záznamů z kapesního EKG záznamníku. Strojové učení se bude perspektivně využívat v diagnostice srdečního rytmu; jeho výsledky je však nejdříve nutno řádně validovat u různých patientských populací a musejí být reprodukovatelné v různých prostředích.

Oblast, ve které neustále probíhá vývoj, je bezkontaktní monitorování rytmu. Metoda fotopletysmografie s videozáznamem detekuje a analyzuje PPG údaje shromažďované kamerou mobilního telefonu z obličeje uživatele. Je prokázáno, že tento typ fotopletysmografie koreluje s výsledky kontaktní PPG stejně jako s EKG záznamem pořizovanými současně u jednotlivých uživatelů;

nověji bylo rovněž prokázáno, že ji lze používat i při screeningu několika jedinců na jednom videozáznamu. Pokrok dosažený v této oblasti naznačuje další perspektivy využívání uvedené techniky pro masový screening FS v ambulantním prostředí. Současným omezením je požadavek, že osoby musejí být při screeningu v klidu, aby se kamera mohla správně zaostřit; dalšími dosud nevyjasněnými otázkami jsou soukromí a do jisté míry důvěrná povaha výsledku vyšetření. Výzkum v poslední době navíc prokázal, že běžně používané chytré reproduktory (smart speakers) lze přeměnit na aktivní sonary s krátkým dosahem, schopné měřit srdeční frekvenci a změny v intervalech mezi jednotlivými tepey u hospitalizovaných pacientů; prokázalo se, že přesně detekují zástavu srdce. Mezi možnostmi využití této techniky patří bezkontaktní monitorování srdečního rytmu v nemocnici u nakažlivých osob v karanténě nebo u jedinců s popáleninami i bezkontaktní monitorování srdečního rytmu v domácím prostředí pro screening a pátrání po běžných arytmiích, jako jsou FS nebo zástava srdce.

Přístroje pro monitorování rytmu mohou být vybaveny senzory schopnými sledovat i další parametry, jako jsou denní aktivity, spánek, saturace krve kyslíkem atd., což může přispívat k zahučování přístrojů údaji. Stejně jako při dálkovém monitorování implantabilními elektronickými přístroji v kardiologii mohou být vyvinuty algoritmy fungující v cloudovém prostředí, jež budou zahrnovat různé diagnostické parametry hodnocené pomocí skórovacího systému a usnadňovat tak interpretaci záznamu a umožňovat stratifikaci rizika a triáž pacientů podle získaných údajů.

Přibývá důkazů, že systematický screening FS u vysoce rizikových populací (např. osob ve věku > 75 let) může

snížit incidenci cévních mozkových příhod, a šetřit tak náklady ve zdravotnictví. Časný záchyt FS umožňuje časně zahájení léčby, což se v případě klinicky detekované FS ukázalo být výhodné. Služby typu „telecare“ (péče přes telefon) budou nejspíše hrát stále větší roli v logistice, např. provádění nízkonákladového screeningu FS pomocí různých aplikací s PPG, následně potvrzovaných pomocí jednorázových EKG záznamníků. Tyto „telecare“ služby snižují zátěž kardiologů v oblasti diagnostiky, kteří se tak mohou v případě potvrzené arytmie soustředit na péči o pacienty a jejich léčbu.

Největším problémem většího rozšíření a využívání nové techniky jsou vysoké náklady, které i nadále představují pro řadu komunit po celém světě značnou překážku. Dalším klíčovým faktorem pro její úspěšné využívání bude vyšší gramotnost pacientů i zdravotnického personálu v oblasti digitální techniky; proto je třeba vynaložit další úsilí na edukaci v tomto směru. Je třeba vyjasnit i některé právní aspekty nevyžádaných záznamů zaslaných zdravotnickému personálu. Základem pro zajištění dostupnosti, rovnosti, úhrady ze systému zdravotního pojištění a práv všech zúčastněných v oblasti využívání digitální techniky ve zdravotnictví je spolupráce tvůrců zdravotní politiky, příslušného průmyslového odvětví a odborníků ve výzkumu.

Závěry

Obecně již bylo různých digitálních přístrojů pro monitorování srdečního rytmu vyvinuto dost a při rychlém tem-

pu vývoje nových přístrojů a technik budou dále přibývat. V tomto praktickém návodu jsme představili několik možností využití nových přístrojů pro časnou detekci arytmií, stanovení diagnózy i péče o pacienty s arytmiemi; popsali jsme ale i některé překážky využívání této techniky. Je rovněž jasné, že i když je k dispozici velký objem údajů získaných od pacientů s FS, jsou jiné typy arytmií zatím méně probídané.

V budoucnu se na většině klinik kardiologie pravděpodobně budou informace a údaje přenášet hlavně v digitální formě a digitální přístroje budou mít další monitorovací funkce. Doufáme, že tento dokument bude sloužit jako praktický průvodce pro všechny zdravotníky se zájmem o monitorování srdečního rytmu.

Doprovodný materiál

Doprovodný materiál je dostupný online na webové stránce časopisu Europace v rámci originálního článku.

Literatura*

1. Sennaroglu E, Tjong F, Goette A, et al. How to use digital devices to detect and manage arrhythmias: an EHRA practical guide. Europace. 2022 Apr 3;euac038. doi: 10.1093/europace/ euac038. Epub ahead of print. Erratum in: Europace. 2022 May 09.

* Všechny další odkazy lze nalézt v původním fulltextovém dokumentu.