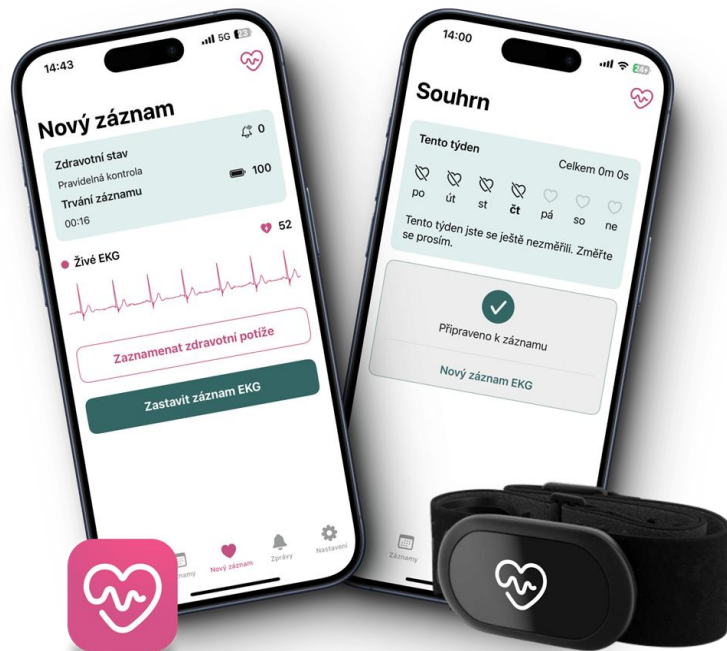


Vývoj komplexního prostředí pro použití hrudního pásu jako dlouhodobého EKG záznamníku s automatickou analýzou rytmu pomocí umělé inteligence

Doc. MUDr. Tomáš Skála, PhD, FESC

I. Interní klinika – kardiologická, FN Olomouc
Kardi Ai





Vývoj zařízení pro monitoraci EKG

Využití běžně **dostupného nositelného zařízení (wearable)**

(protože ILR nemají všichni a Holter taky nemají všichni na sobě denně a kdykoliv po ruce)

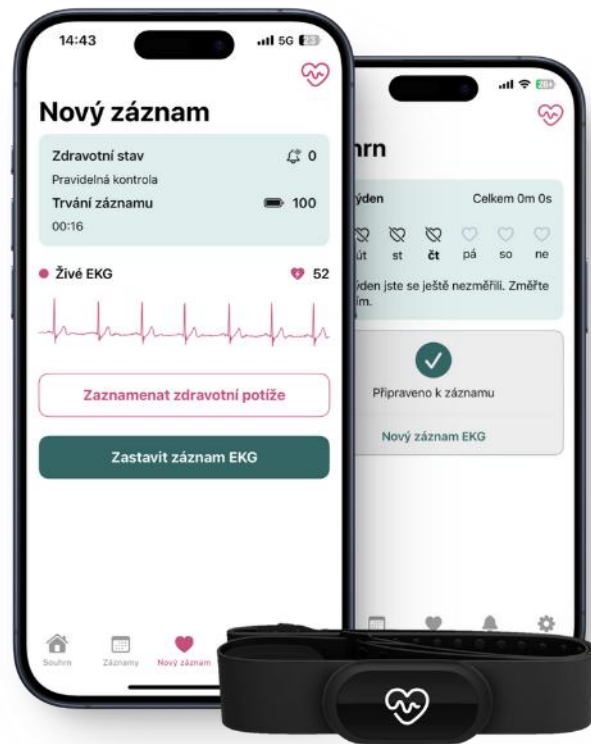
EKG – kdykoliv, kdekoliv, jakkoliv dlouho a při jakékoliv aktivitě

Ideálně vše snadno a automaticky



Vývoj zařízení pro monitoraci EKG

- Hotový produkt
- CE MDR IIa 06/24
- Expanze do světa



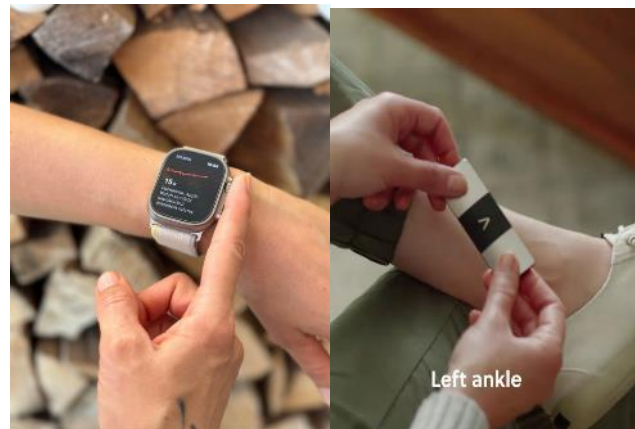


Nestačí hodinky?

Hodinky s EKG / kapesní záznamníky EKG

Apple Watch, AliveCor

- **30s záznam**
- **Absolutní klid** - nutnost použít obě ruce
- Kdo bude hodnotit desítky PDF se záznamy?
- Kontext? Trendy? % KES, SVES?
- Histogram TF, korelace se zátěží?
- EKG při pohybu?



Rychlá tepová frekvence - ❤️ Průměrné BPM: 124

Toto EKG nevykazuje známky fibrilace síní, ukazuje však vysokou tepovou frekvenci.

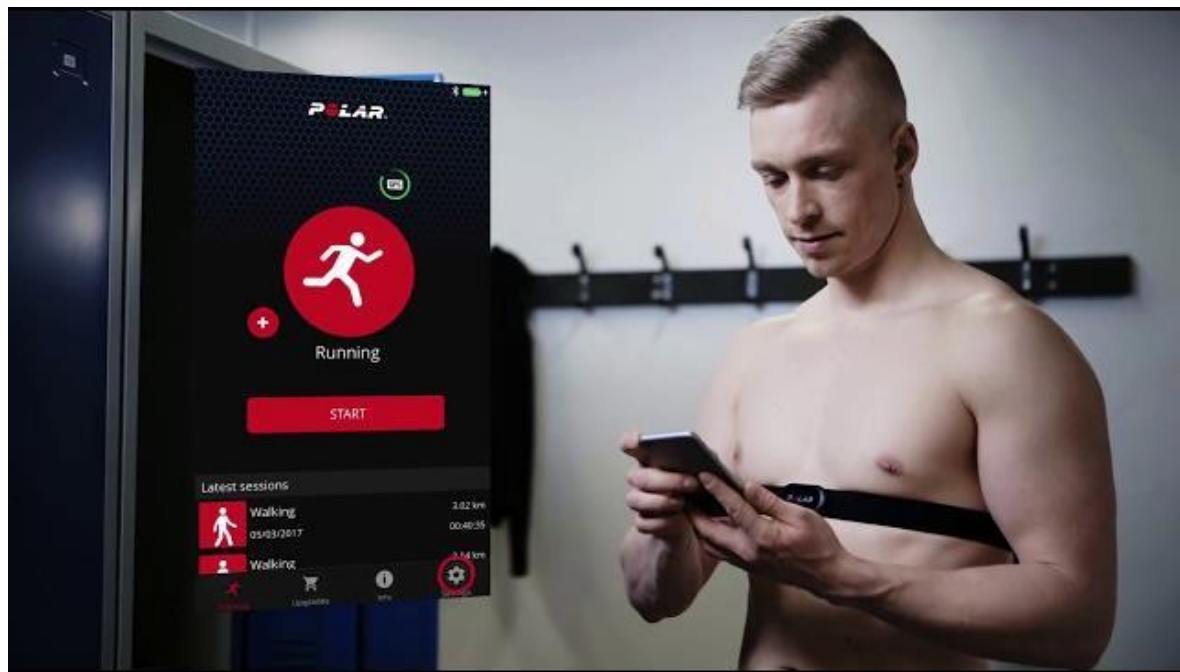
Pokud se jedná o opakovaný výsledek nebo se necítíte dobře, měli byste se poradit s lékařem.



25 mm/s, 10 mm/mV, Svod I, 512 Hz, iOS 16.5, watchOS 9.5.1, Watch6,18, Verze algoritmu 2 - Tento vlnový průběh se podobá EKG typu Svod I. Další informace najdete v Pokynech pro použití.



EKG z hrudního pásu





Výhoda EKG z hrudního pásu - při jakékoliv aktivitě

Možnost správně stanovit QRS komplexy

V klidu – HolterEKG a hrudní pás (Polar H10) = srovnatelné

Fyzická aktivita - 99,4 % u H10 vs 89,8 % u HolterEKG



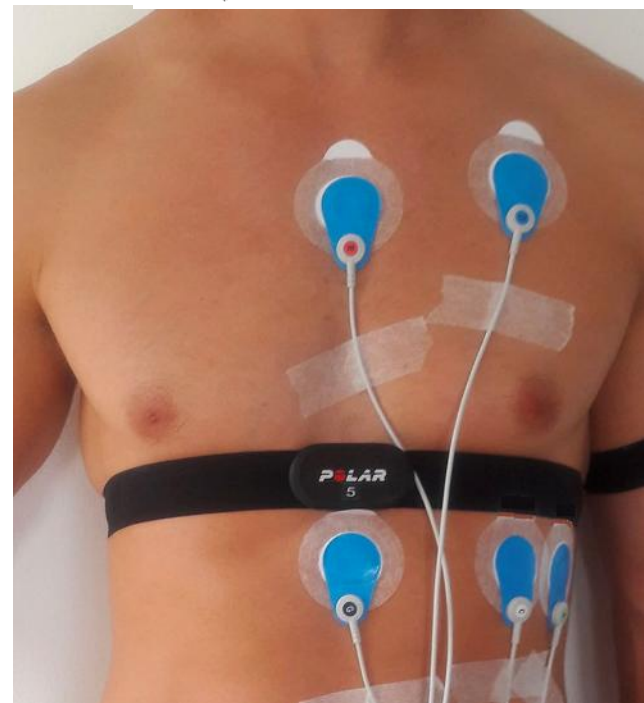
RR interval signal quality of a heart rate monitor and an ECG Holter at rest and during exercise

Rahel Gilgen Ammann¹ · Theresa Schweizer¹ · Thomas Wyss¹

Received: 11 July 2018 / Accepted: 16 February 2019
© Springer Nature Switzerland AG 2019

Abstract

This study was designed to examine the RR interval signal qualities of a Holter device and a heart rate chest belt monitor at rest and during exercise. Ten healthy individuals completed five low- to high-intensity activities while simultaneously using the medical[®] AR12plus Holter monitor and the Polar H10 heart rate monitor. The RR interval signal quality was based on the quantification of the missing RR intervals and RR interval detection errors. Therefore, both measurement systems were compared against visual inspection of the raw electrocardiography signal. The missing and wrong R wave peak detections were examined manually for both measurement systems. RR interval signal quality was defined as the relative number of correctly detected RR intervals. Overall, RR interval signal qualities of 91.6% and 99.8% were demonstrated for the medical[®] AR12plus and the Polar H10. During the high-intensity activities, the RR interval signal quality of the medical[®] AR12plus dropped to 89.8%, whereas the Polar H10 maintained a signal quality of 99.4%. The correlation between both systems was high ($r = 0.997$, $p < 0.001$). The excellent RR interval signal quality during low- to moderate-intensity activities in the medical[®] AR12plus and during low- to high-intensity activities in the Polar H10 demonstrates both measurement systems' validity for the detection of RR intervals throughout a wide range of activities. A simple chest strap such as the Polar H10 might be recommended as the gold standard for RR interval assessments if intense activities with strong body movements are investigated.





EKG z hrudního pásu – hodnocení rytmu

Screening for Atrial Fibrillation Using Economical and Accurate Technology (From the SAFETY Study)



Mark Lown, MBBS, PhD^{a,*}, Arthur M. Yue, BM, Bch, DM^b, Benoy N. Shah, MBBS, MD^b, Simon J. Corbett, MB, BChir, PhD^b, George Lewith, MB, BChir, DM^{a,†}, Beth Stuart, PhD^a, James Garrard, MBChB^a, Michael Brown, PhD^c, Paul Little, MBBS, MD^a, and Michael Moore, BMBS, FRCGP^a

The prevalence of atrial fibrillation (AF) is estimated at more than 3% in the adult population and there has been increased interest in screening for AF. In the SAFETY trial we chose to evaluate if inexpensive, wearable, consumer electrocardiography (ECG) sensing devices (Polar-H7 [PH7] and Firstbeat Bodyguard 2 [BG2]), could be used to detect AF accurately. We undertook a case-control study of 418 participants aged >65 (82 with AF and/or flutter at the study visit and 336 without) attending 3 general practice surgeries in Hampshire, UK for a single screening visit. The PH7 and BG2 devices were tested alongside 2 established AF detection devices (AliveCor and WatchBP) in random order and the diagnosis of AF was confirmed by 12-Lead ECG interpreted by a panel of cardiologists. The sensitivity (95% confidence interval [CI] range), specificity (95% CI range), and overall accuracy (95% CI range) of the 4 devices were: *AliveCor*: 87.8% (78.7% to 94.0%), 98.8% (97.0% to 99.7%), 96.7% (94.4% to 98.2%); *WatchBP*: 96.3% (89.7% to 99.2%), 93.5% (90.3% to 95.9%), 94.0% (91.3% to 96.1%); *PH7*: 96.3% (89.7% to 99.2%), 98.2% (96.2% to 99.3%), 97.9% (96.0% to 99.0%); *BG2*: 96.3% (89.7% to 99.2%), 98.5% (96.6% to 99.5%), 98.1% (96.3% to 99.2%). The PH7 and BG2 devices were highly reliable (the devices acquired sufficient data and obtained a diagnostic result in all but 1 participant on the first attempt). In conclusion, inexpensive, consumer heart rate monitoring devices (PH7 and BG2) can be used to detect AF accurately with sensitivity and specificity >95%. The consumer devices performed as well or better than WatchBP and AliveCor and have the capability to store or transmit ECG data which could be used to confirm AF. © 2018 Elsevier Inc. All rights reserved. (Am J Cardiol 2018;122:1339–1344)



EKG z hrudního pásu – „syrová“ data

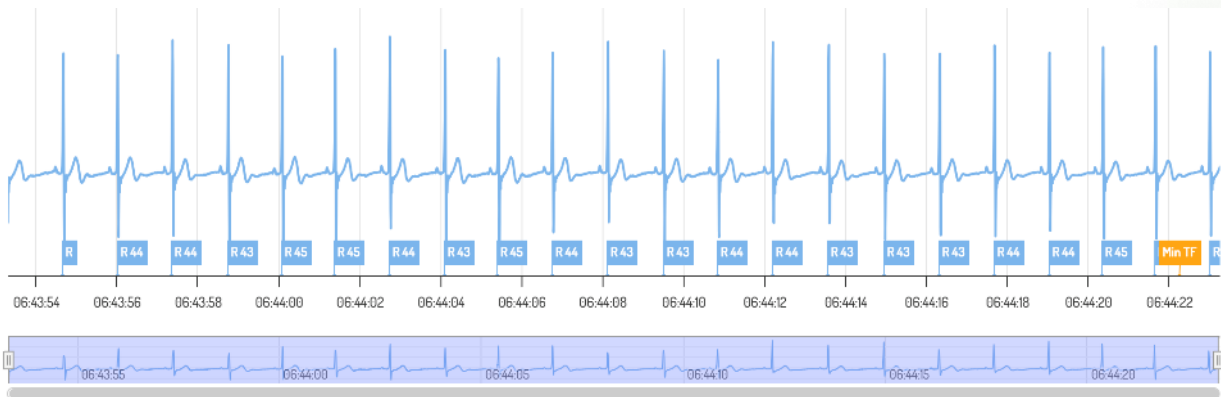




Možnost hodnocení EKG z hrudního pásu

Manuální vyhodnocení QRS komplexů kardiologem (1 153 229 QRS komplexů)

2,16 % QRS komplexů bylo obtížně hodnotitelných
98,1 % shoda na hodnocení rytmu (vs 12sv. EKG a telemetrie)



Původní sdělení | Original research article

Feasibility of evaluation of Polar H10 chest-belt ECG in patients with a broad range of heart conditions

Tomáš Skála, Marek Vícha, Martin Rada, Jan Vácha, Jakub Flašík, Miloš Táborský

Department of Internal Medicine I – Cardiology, Palacky University and University Hospital Olomouc, Olomouc

ARTICLE INFO

Article history:
Submitted: 15. 7. 2022
Accepted: 15. 7. 2022
Available online: 25. 7. 2022

Clíčová slova:
Atriofibrilace
Fibrilace síní
Hrudní pás
Nástrupek pro screening arytmií
Polar H10

SDUHRN

Úvod: Hrudní pás umožňuje pořídit 12svodový EKG záznam. Získaná data byla validována pro měření srdeční frekvence a rovněž i pro detekci fibrilace síní díky srovnání s krátkými EKG záznamy z holterového EKG měření u selektovaných pacientů. Zatím ale nebyla ověřena možnost vyhodnocení dlouhých EKG záznamů u neselektovaných kardiologických pacientů se širokým spektrem srdečních chorob.
Metodologie a výsledky: Do studie byla zařazena 54 hospitalizovaných a 53 ambulantních pacientů a 54 zdravotních kontrol (n = 161 celkově). U všech účastníků studie byl pomocí hrudního pásu Polar H10 pořízen 1-zhodnotový EKG záznam (celkově 1 153 229 úderů srdce; průměrná srdeční frekvence 76,6/min; srdečný rytmus u 86,3 %, fibrilace síní zjištěna u 13,7 %, dokummentováno 0,46 % srdečný extrasystol a 0,49 % komorových extrasystolů). Z výše uvedeného pásu 1 153 229 srdečních točů jich 1 128 319 bylo hodnoceno lékařem jako snadno interpretovatelných. Celkově tak bylo 2,16 % záznamu vyhodnoceno jako obtížně interpretovatelný nebo neinterpretovatelný (každé 2,31 %, 8, 1,95 %, C: 2,20 %). Z EKG záznamu z hrudního pásu lékař při srovnání s 12svodovým EKG záznamem úspěšně určil základní srdeční rytmus u většiny účastníků (u 51/54 [94,4 %] hospitalizovaných pacientů a u 100 % ambulantních pacientů a zdravotních kontrol), u tří jedinců byl základní rytmus na EKG vyhodnocen jako nejasný. U všech tří byly všechny komplexy QRS stimulované. U hospitalizovaných pacientů byl EKG záznam z hrudního pásu zobrazený ve většině případů na mobilním telefonu. Interpretace EKG záznamů z telemetrického monitorování (široka n = 53 z 54 případů; 98,1 %). Závěr: EKG záznam z hrudního pásu, pořízený u hospitalizovaných i ambulantních pacientů s různými typy poruch srdečního rytmu, stejně tak jako u zdravotních kontrol, lze v každodenní praxi použít pro zhodnocení základního srdečního rytmu, záchyt fibrilace síní i extrasystolů, a to při minimálním procentu obtížně hodnotitelných záznamů. Opakovaní je třeba při interpretaci EKG záznamu u pacientů se stimulovaným rytmem a u pacientů s flutterem síní. Hrudní pás je tak možno použít pro kontinuální EKG monitorování, hodnocení srdečního rytmu i screening fibrilace síní.

© 2022, ČKS

ABSTRACT

Background: The chest-belt can be used to obtain a 1-lead ECG. Data from it have been validated for the determination of heart rate and for the possibility to detect atrial fibrillation (AF) compared to ECG Holter on a short ECG recording in selected patients. However, validation of the possibility to evaluate long ECG recordings in patients with a wide range of heart diseases has not yet been performed.
Methodology and results: 54 hospitalized patients, 53 outpatients and 54 healthy controls were enrolled in the study (n = 161 in total). Using a Polar H10 chest belt, 1.2 hours of ECG were recorded in all patients (1 153 229 heartbeats; average heart rate 76.6/min; 86.3% in sinus rhythm, 13.7% with atrial fibrillation, 0.46% atrial premature beats, 0.49% ventricular premature beats). The presence of noise was 2.16% (A: 2.31%; B: 1.95%; C: 2.20%). 1 128 319 / 1 153 229 were evaluated as easy to interpret. Using ECG from the belt, the basic rhythm was reliably determined by the physician in majority of patients (51/54, 94.4% in hospitalized patients; in 100% of outpatients and healthy controls) when compared to 12-lead ECG. 3 cases were evaluated as unclear; in all of these cases, all QRS complexes were stimulated by a pacemaker. In hospitalized patients, real time ECG from the belt was comparable to telemetric ECG monitoring (in 51/54, 98.1%).
Conclusion: The ECG obtained from the chest belt in hospitalized patients and outpatients with a wide range of cardiovascular diseases, as well as in healthy individuals, is usable in real practice for evaluation of baseline rhythm, atrial fibrillation and premature contractions with a minimal proportion of difficulties to interpret recordings due to artifacts. Caution should be exercised in interpretation of the ECG in patients with stimulated rhythm and in patients with atrial flutter. The chest belt can be used as a means for continuous monitoring of ECG, evaluation of rhythm and screening of atrial fibrillation.

Keywords:
Atrial Fibrillation
Chest-belt
Noise
Polar H10
Screening tools



Cesta EKG od pacienta k lékaři



Pás monitoruje
srdeční rytmus
přes Bluetooth



Data se zobrazují
v aplikaci
pacienta



Data se ukládají
do cloudu



Umělá
inteligence
analyzuje
data



Okamžitá zpětná
vazba pacientovi




Vyhodnocení a
stanovení
diagnózy
lékařem




Software pro mobilní telefony



< 🔗



MyKARDI

Propojujeme srdce s lékaři
Navrženo pro iPad. Se systémem macOS neověřeno.

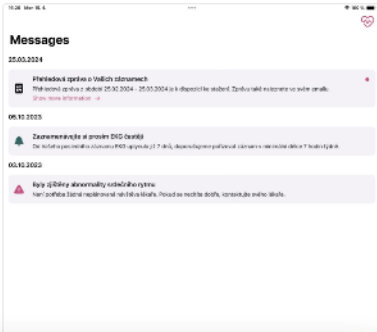
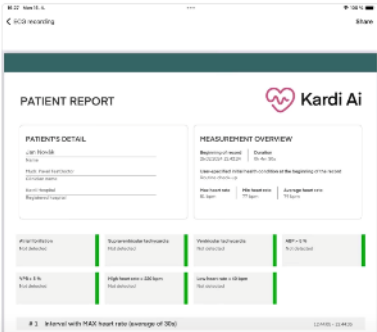
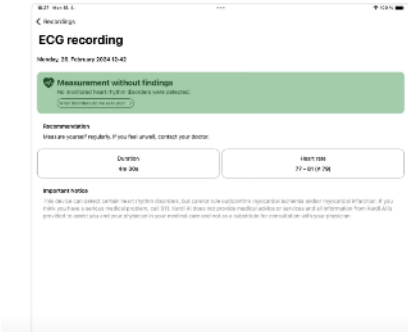


| | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 HODNOCENÍ 5,0 ★★★★★ | VĚK 17+ let | KATEGORIE  Zdraví a fitness | VÝVOJÁŘ  KARDI AI Technologies s.r.o. | JAZYK CS a další (2) | VELIKOST 35,1 MB |
|------------------------------------|--------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------------------------|

Novinky [Historie verzí](#)

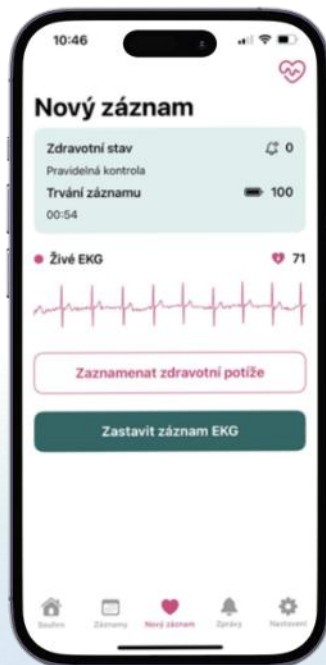
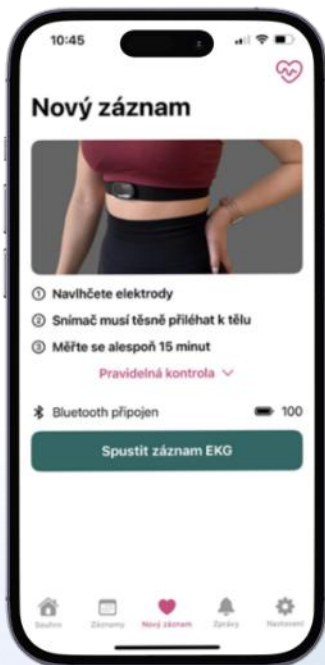
S novou verzí aplikace Vám přinášíme opravy chyb a drobné vylepšení. Před 6 d.
Verze 1.4.3

Ukázka



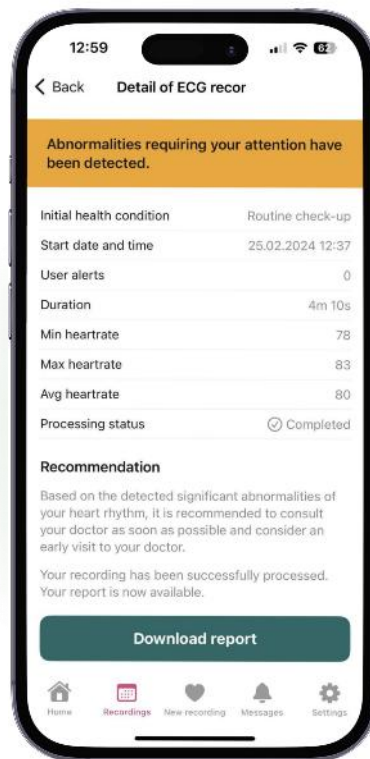
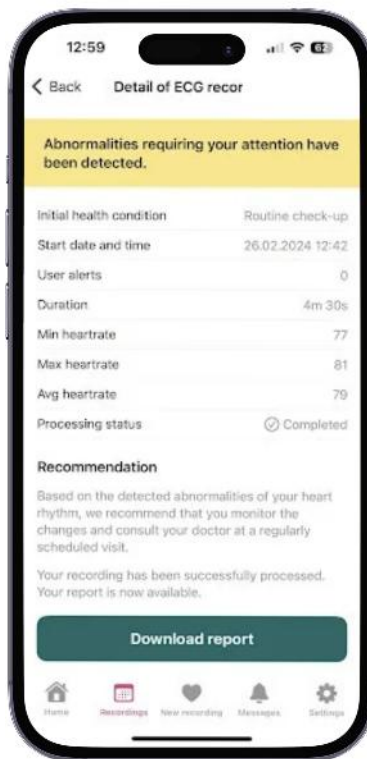
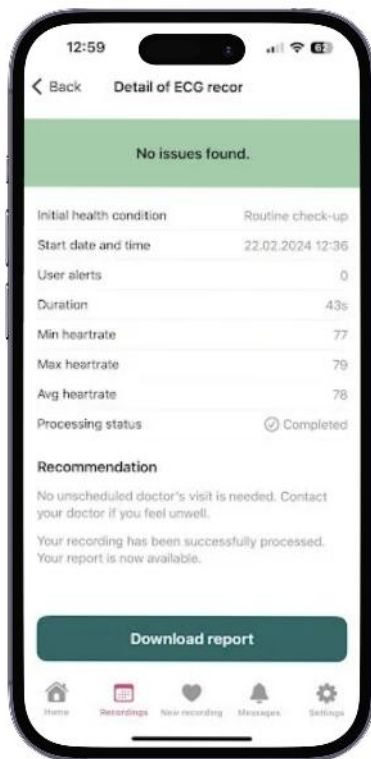


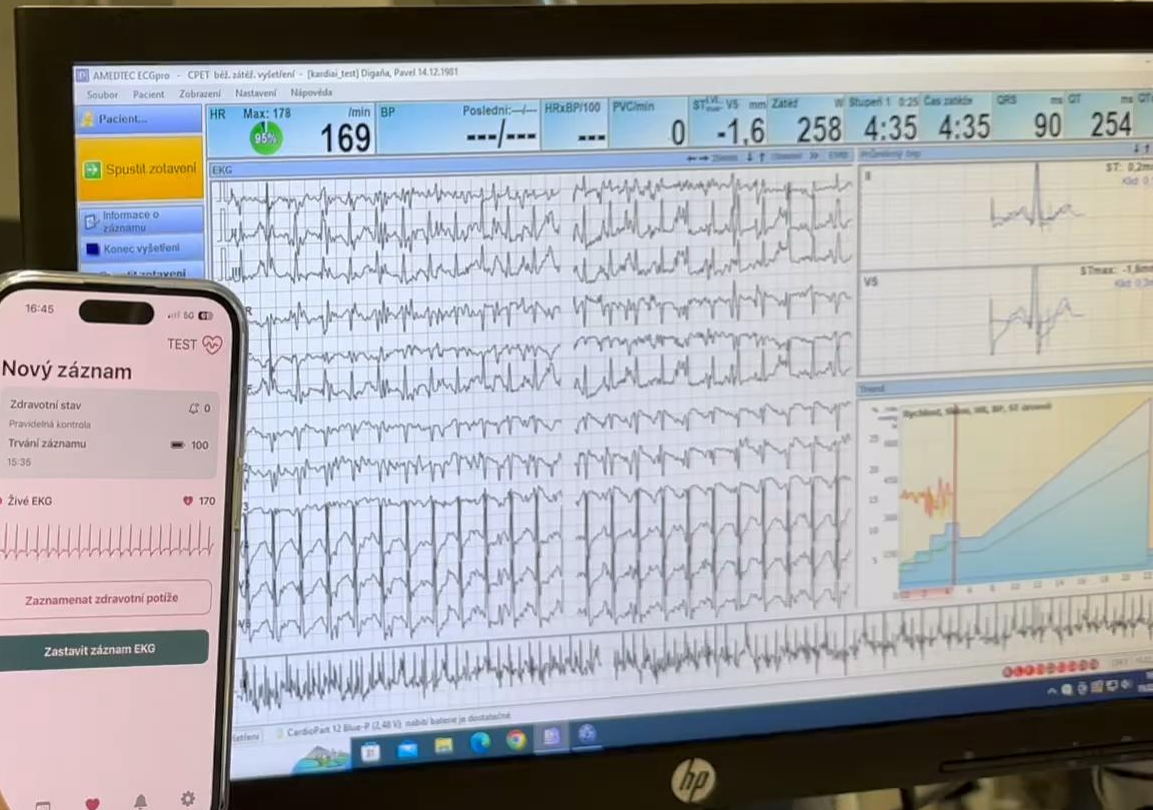
Aplikace pro pacienta





Zpětná vazba pacientovi

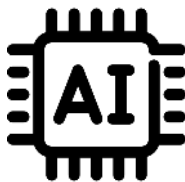






Cloud

- Uložení všech EKG křivek
- Anonymizace
- Analýza - AI





AI

- Nejde využít LLM (ani již hotovou AI)
- **Vlastní AI** = anotovat vlastní data = miliony QRS ručně
- Komerční databáze – kontrola (certifikace) – absence šumu/artefaktů
- Anotace – **artefakty, QRS, arytmie**
- Úprava / zlepšování AI - neustále zpětnou vazbou (manuální korekce)
- Cíl: absence falešných pozitiv



Úspěšnost detekce fibrilace síní - AI

(AI vs manuálně kardiologem hodnocené EKG) (v-Q4/2023)

AI stanovení QRS

- senzitivita 99,76 %
- PPV 99,74 %

AI stanovení FS

- senzitivita 92,86 %
- PPV 100 %

Verifikace doktory





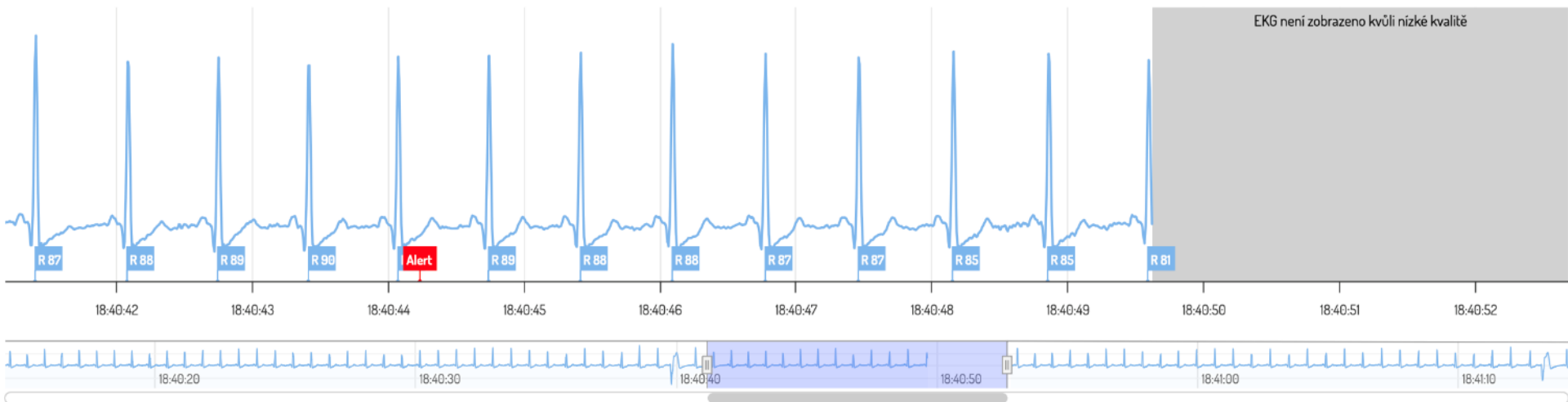
AI – detekce a odstranění artefaktů

Artefakty – detekce / odstranění ze záznamu

Zpětná vazba (automaticky) pacientům s ↑ artefaktů

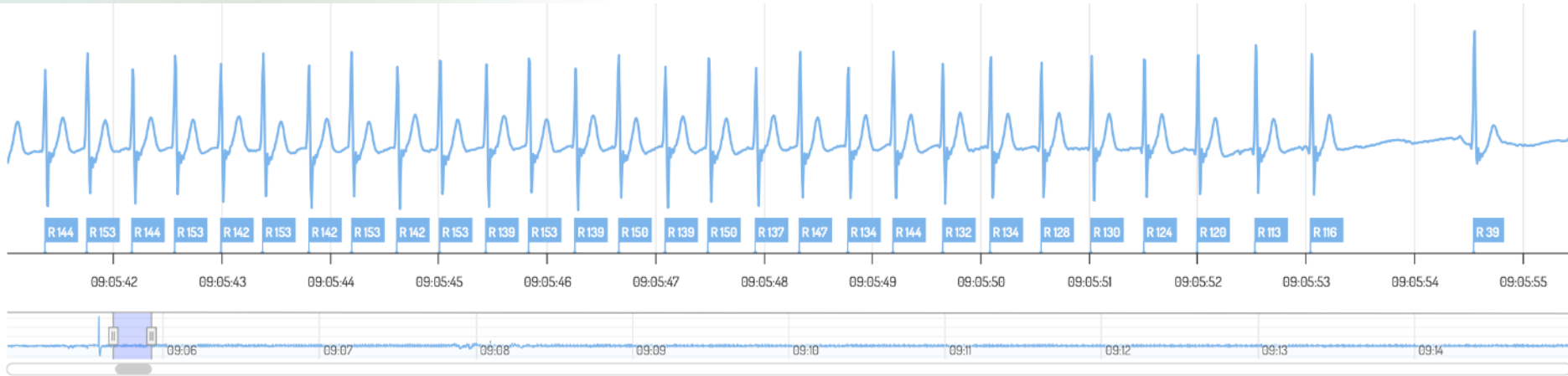
Zoom All 15s 5s 2s

▼ Move backward ▲ Move forward





AI – detekce a anotace RR intervalů





AI – automatické stanovení arytmií

- Okamžitá zpětná vazba lékaři (mail)
- Jsou-li přítomny arytmie
- 5 minut po ukončení měření
- Lze individuálně zapnout/vypnout

SEND EMAIL IF FOUND:

AF No Yes

VT No Yes

BPM LOW No Yes

BPM HIGH No Yes

SVT No Yes

VPB No Yes

APB No Yes

Back

Send



Fibrilace síní

10:51

Load ECG for selected time

Previous 10m

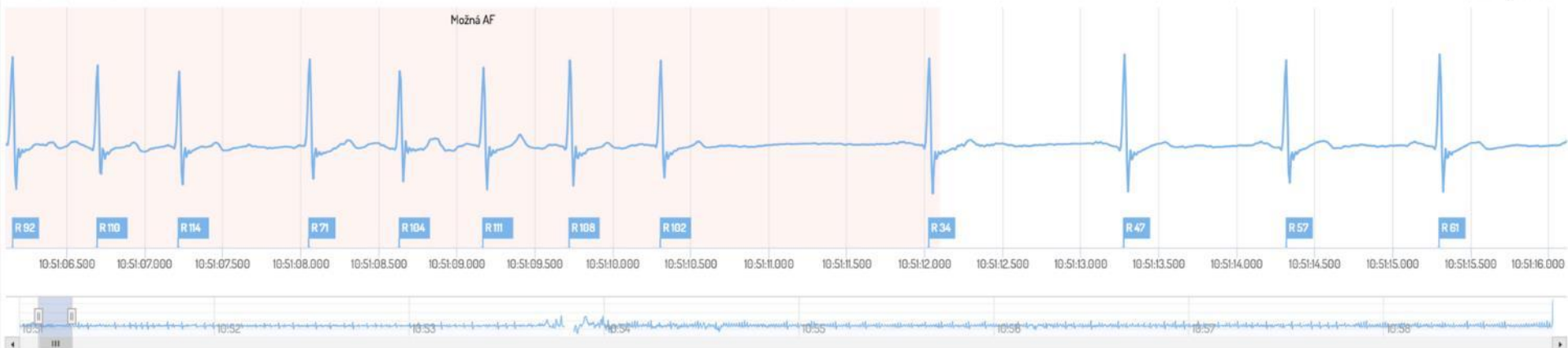
Next 10m

PDF report for this measurement

Zoom 1m 15s 5s 2s

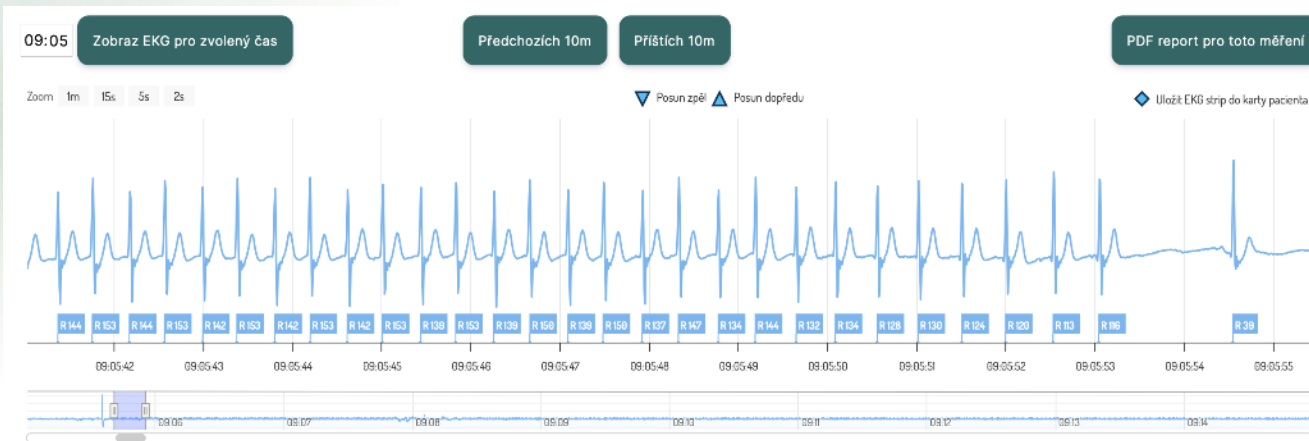
Backwards Forwards

Save ECG to patient card

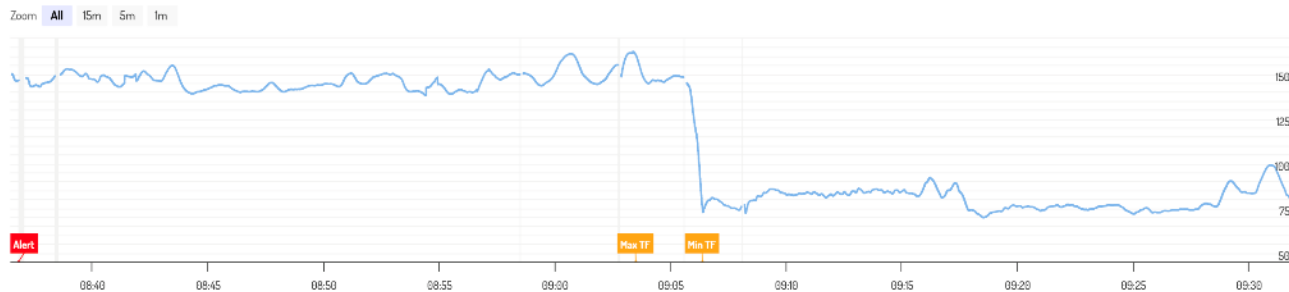




Supraventrikulární tachykardie



Přehled měření - průměrný tep





Komorové (širokokomplexové) tachykardie

19:28

Zobraz EKG pro zvolený čas

Předchozích 10m

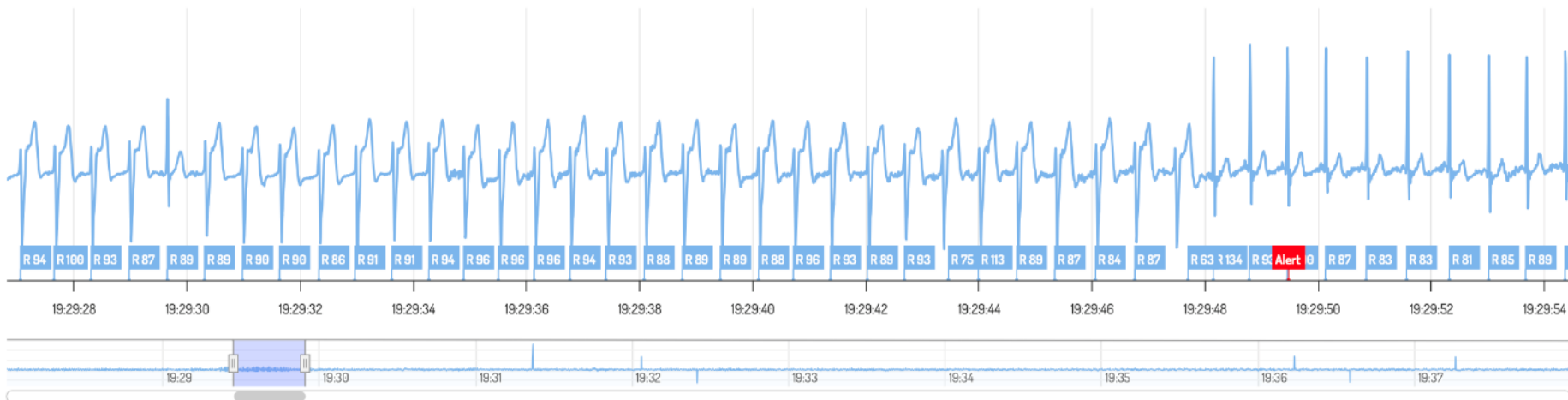
Příštích 10m

PDF report pro toto měření

Zoom 1m 15s 5s 2s

▼ Posun zpět ▲ Posun dopředu

◆ Uložit EKG strip do karty pacienta





Tepová frekvence > 220/min

02:08

Zobraz EKG pro zvolený čas

Předchozích 10m

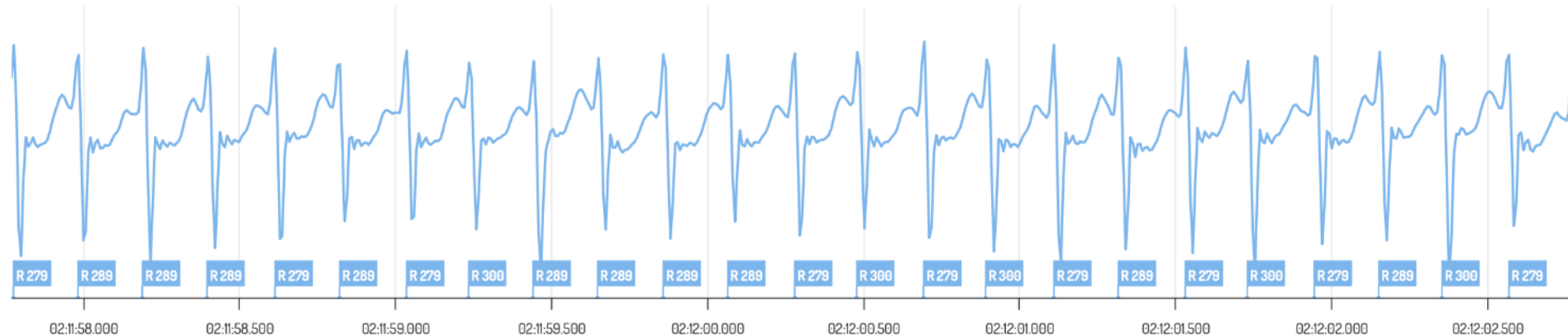
Příštích 10m

PDF report pro toto měření

Zoom 1m 15s 5s 2s

▼ Posun zpět ▲ Posun dopředu

◆ Uložit EKG strip do karty pacienta





Tepová frekvence < 40/min

Interval s nejnižším srdečním tepem

09-02-2023 05:55:58 - 05:56:28

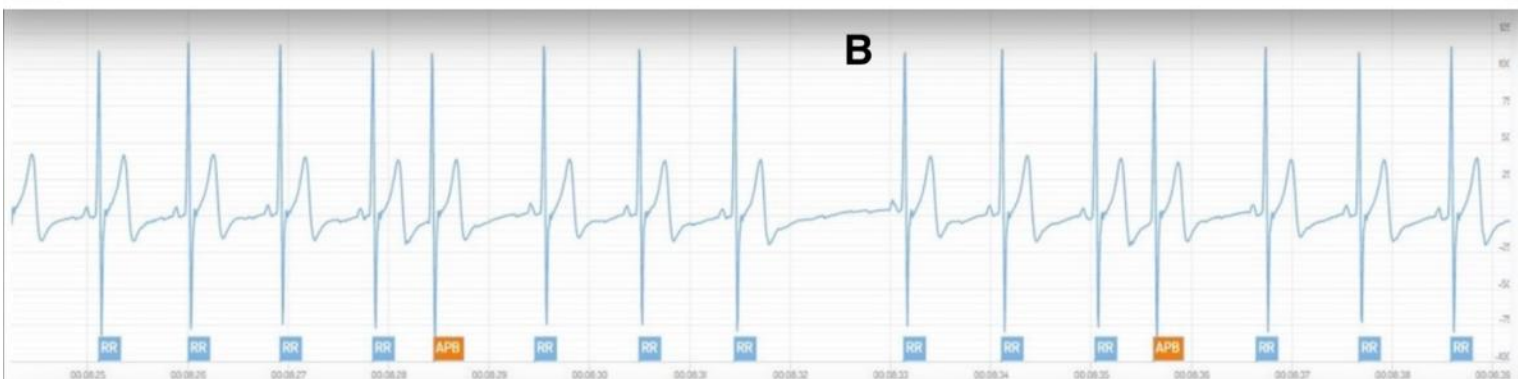
Zoom All 15s 5s 2s

▼ Posun zpět ▲ Posun dopředu



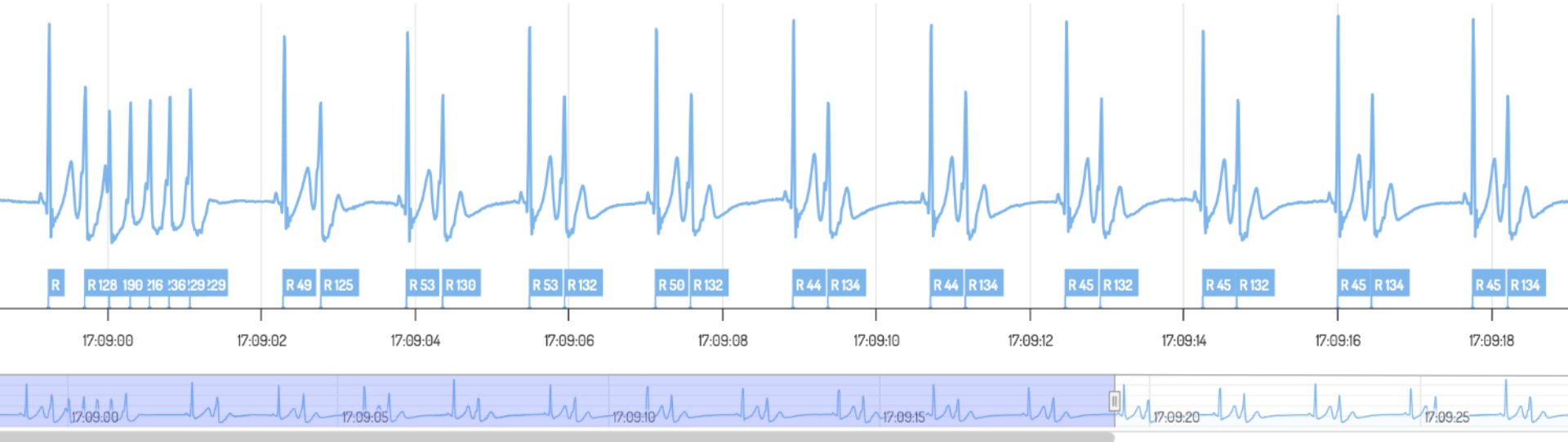


SVES > 10 %





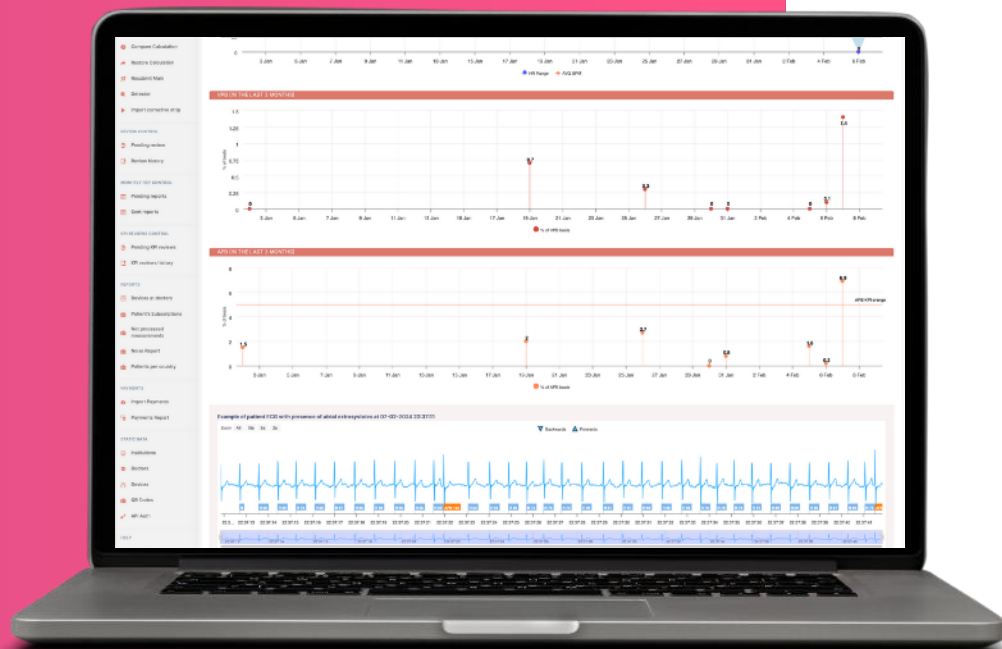
KES > 10 %





Kardi Ai

Lékař



- Souhrn
- Přehled měření
- Přehled pacientů

ADMINISTRACE

- Administrátor
- Nastavení uživatele
- Zkušební mód
- Moje Instituce
- Odhlásit se

AKCE

- AI požadavek AWS
- Zkopíruj výpočet
- Porovnej výpočet
- Obnov výpočet
- Znovu zpracovat
- Detektor
- Naimportovat korektivní strip

KONTROLA MĚŘENÍ

DETAIL PACIENTA

Iár

znam.cz
3784

PDF report - přehled pacienta

PŘEHLED MĚŘENÍ

Počet měření: 430
Délka: 397h 53m
Úderů: 1 528 538
Poslední měření: 22. dubna
2024 18:49

EMAILOVÉ UPOZORNĚNÍ

Pacient s FS v minulosti: Ano
Emailové upozornění v
případě nové FS epizody:
Zapnuto

Upozornění na arytmie -
nastaveníEKG STRIP ULOŽENÝ
LÉKAŘEMZobrazit (51)
uložených EKG stripů

Detekce FS - Přehled za posledních 6 měsíců

[*] DETEKCE FIBRILACE SÍŇI

Měření s detekovanou fibrilací síní: 7
(4.2%)

Počet měření: 166

[*] FIBRILACE SÍŇI - NEJDELŠÍ
EPIZODADélka: 0h 56m
19. dubna 2024 20:08
(zobraz detail)[*] FIBRILACE SÍŇI - EPIZODA S
NEJRYCHLEJŠÍM TEPEMprůměrný tep: 146
24. listopadu 2023 16:36
(zobraz detail)[*] FIBRILACE SÍŇI - POSLEDNÍ
EPIZODADatum: 19. dubna 2024 20:08
(zobraz detail)

EKG v době FS, potvrzena FS trvající nad 30s, ověřená kardiologem

19. dubna 2024 20:13:55 - 20:14:07

Zoom All 15s 5s 2s

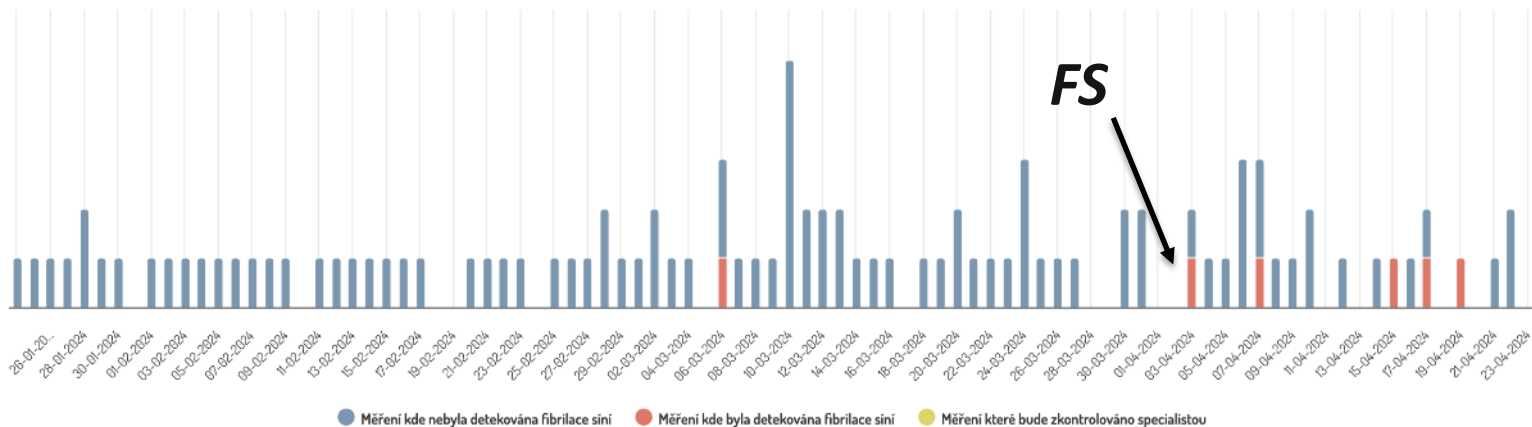
Posun zpět Posun dopředu



KONTROLA MĚŘENÍ

Přehled pacienta

Měření za posledních 90 dní



Přehled všech měření

[*] Detekována FS

Subjektivní potíže

Měření za posledních x dní

Filtrovat

| # | DATUM | DÉLKA HH-MM | [*] DETEKOVÁNA FS | PRŮM TF | POČET SUBJEKTIVNÍCH POTÍŽÍ |
|---|----------------------|-------------|-------------------|---------|----------------------------|
| 1 | 22. dubna 2024 18:49 | 00:37 | — | 62 | 0 |
| 2 | 22. dubna 2024 18:04 | 00:29 | — | 64 | 0 |
| 3 | 21. dubna 2024 11:59 | 02:00 | — | 69 | 0 |
| 4 | 19. dubna 2024 20:08 | 01:18 | FS | 90 | 0 |
| 5 | 17. dubna 2024 19:25 | 01:09 | — | 63 | 0 |
| 6 | 17. dubna 2024 15:43 | 01:34 | FS | 87 | 0 |

Souhrn

Přehled měření

Přehled pacientů

ADMINISTRACE

Administrátor

Nastavení uživatele

Zkušební mód

Moje Instituce

Odhlásit se

AI AKCE

AI požadavek AWS

Zkopíruj výpočet

Porovnej výpočet

Obnov výpočet

Znovu zpracovat

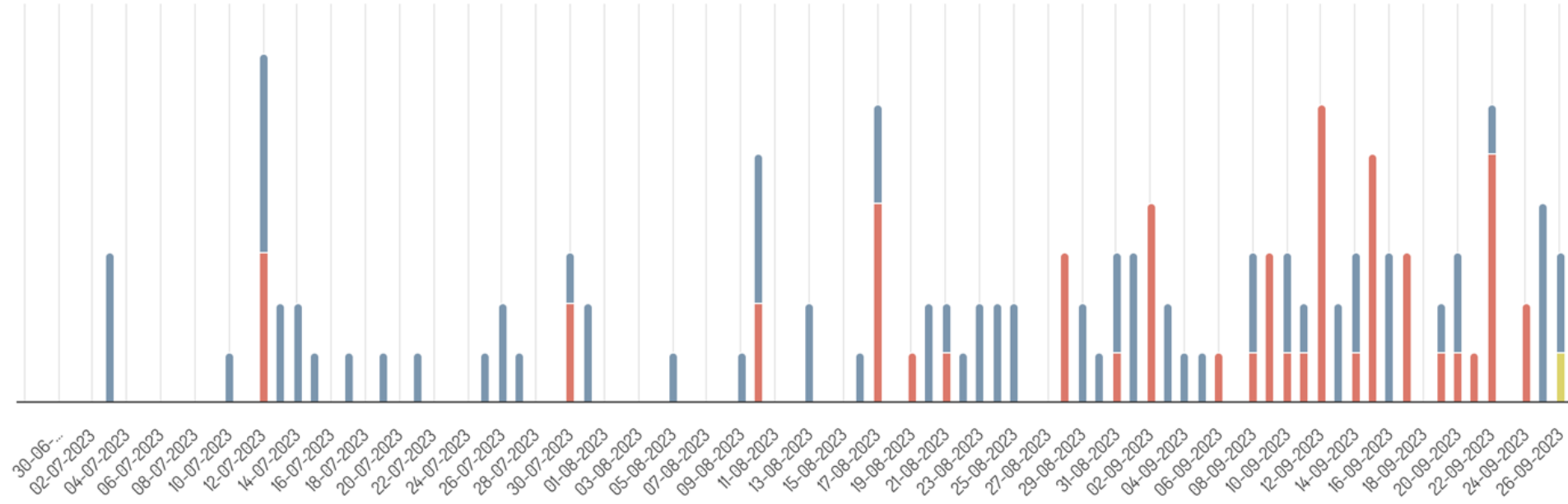
Detektor

Naimportovat korektivní strip

KONTROLA MĚŘENÍ



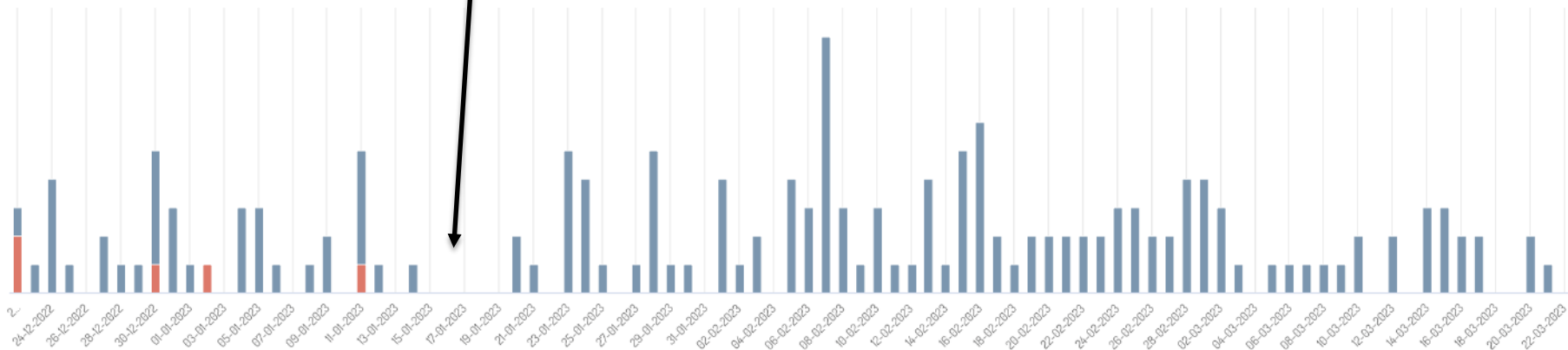
AF burden





AF burden

Katetrizační ablace FS



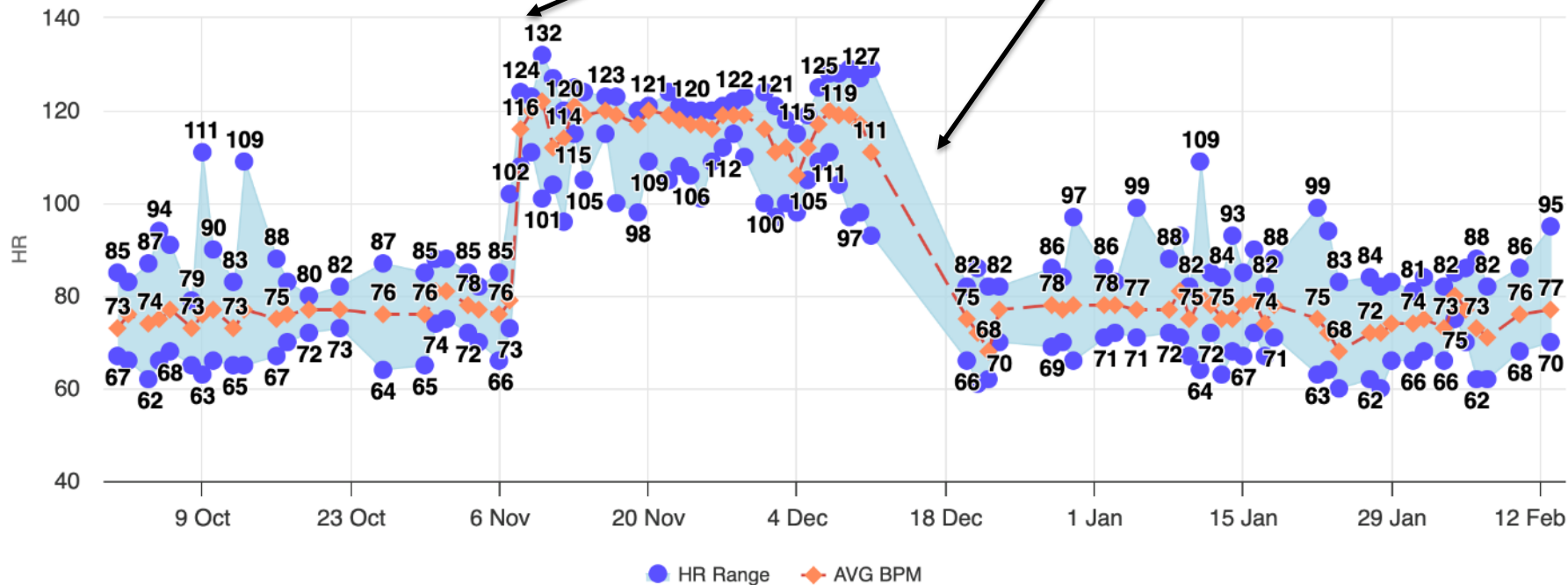


Tepová frekvence

Recidiva síňové tachykardie

Katetrizační ablace

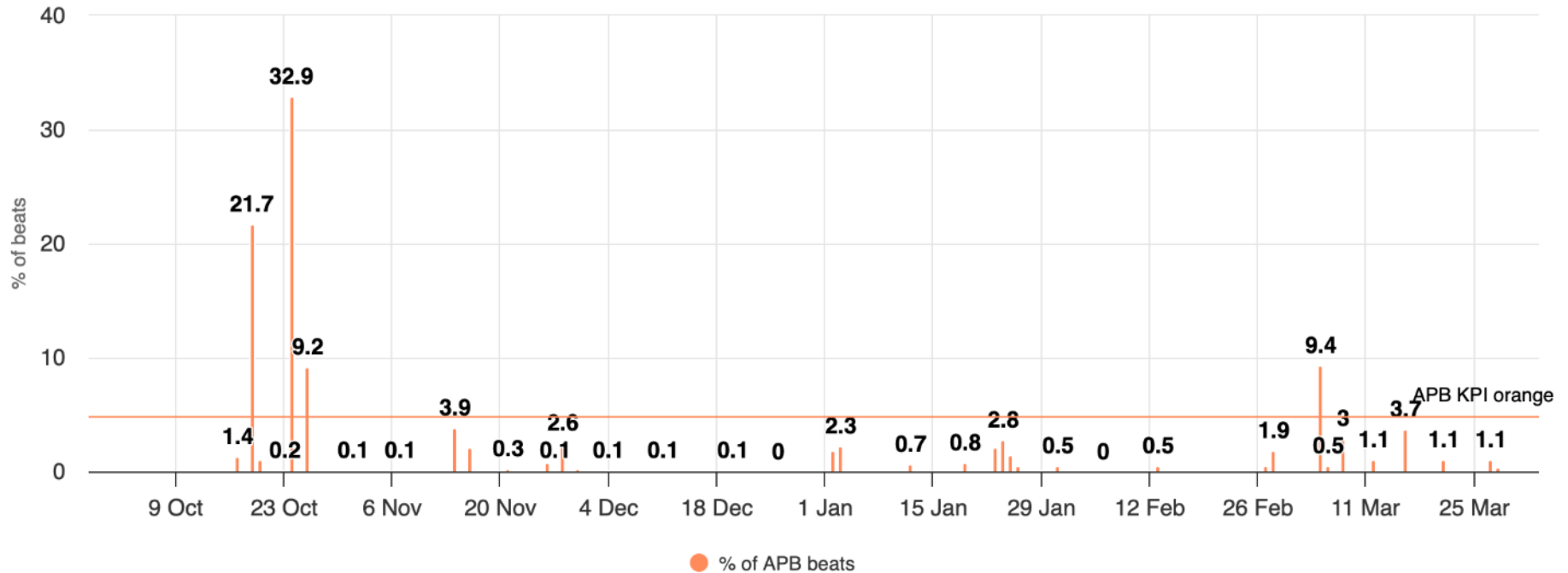
heart rate (in the last 6 months)





SVES %

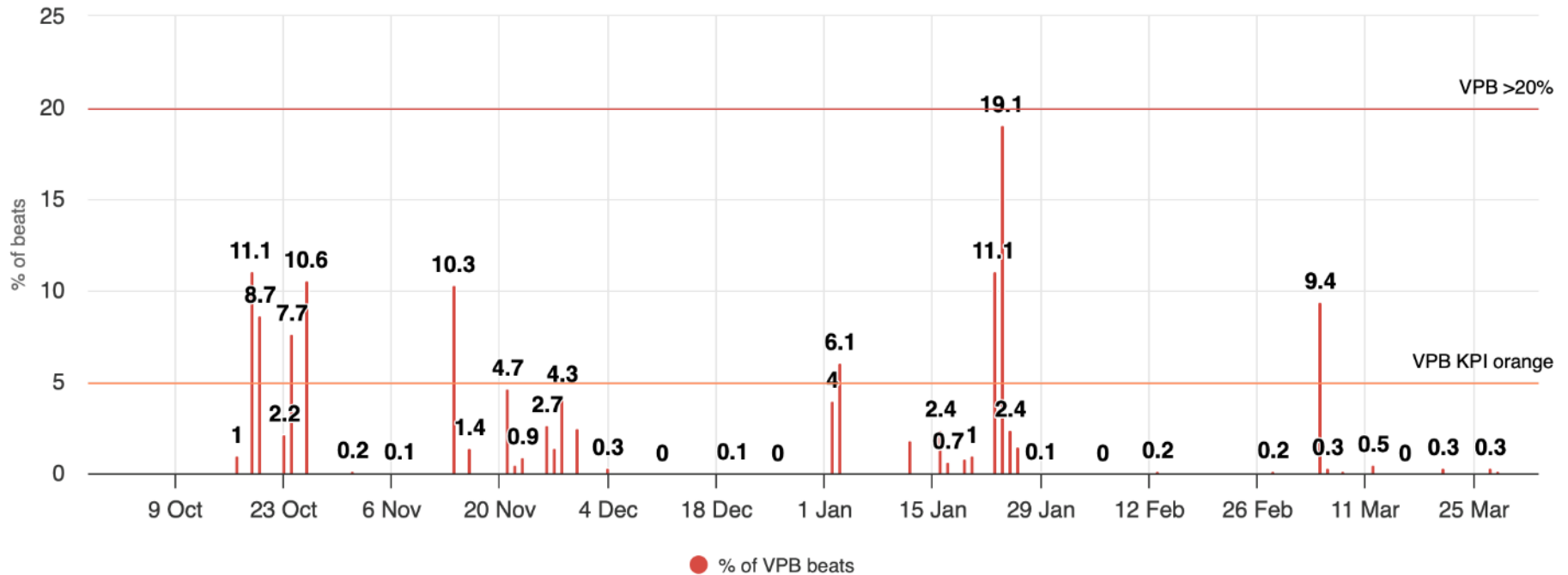
APB (in the last 6 months)





KES %

VPB , including couplets (in the last 6 months)



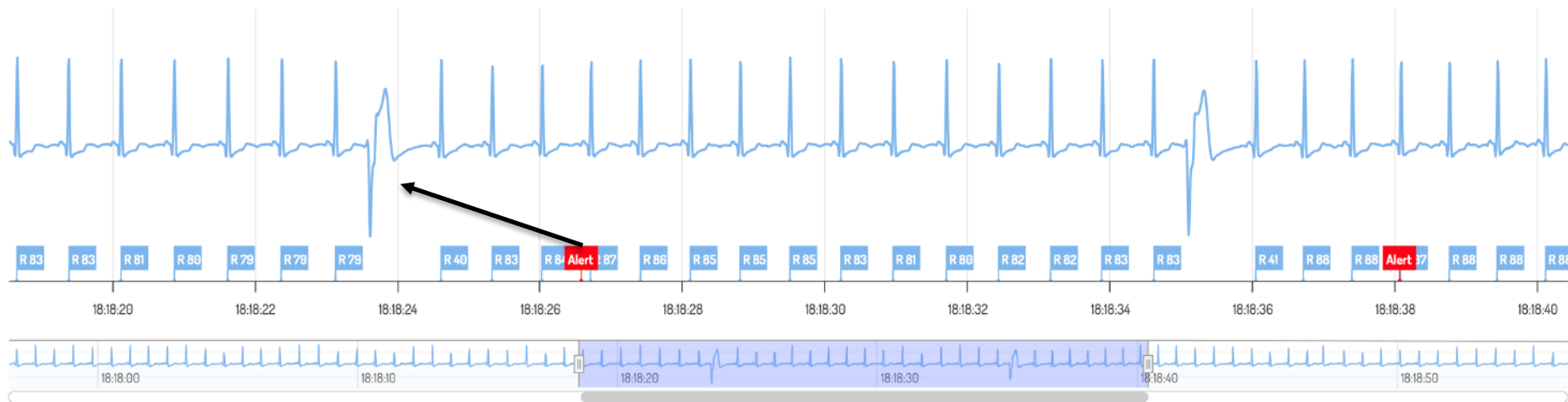


EKG / rytmus v době potíží

Rozšíř záznam na 10m

Zoom All 15s 5s 2s

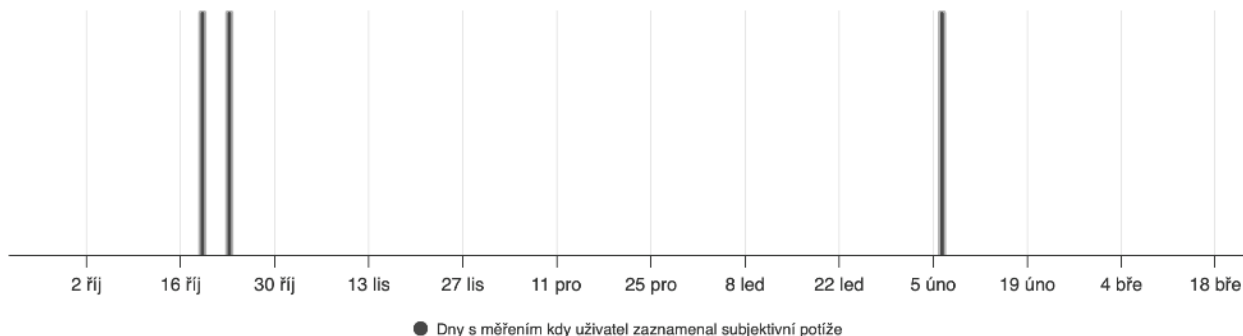
▼ Posun zpět ▲ Posun dopředu





EKG / rytmus v době potíží (AI)

Symptomy (uživatelské upozornění) (za posledních 6 měsíců)



Počet měření EKG: 135

Celková doba měření: 237h 44m 47s

Počet měření se subj. potížemi: 0

Celkový počet jednotlivých upozornění na potíže: 3

V době subjektivních potíží (interval +- 1 minuta od okamžiku, kdy uživatel aktivoval funkci) byly dokumentovány následující arytmie:

0/3 potíží s výskytem - Fibrilace síní

0/ 3 potíží s výskytem - Supraventrikulární tachykardie

0/ 3 potíží s výskytem - Širokokomplexová tachykardie

1/ 3 potíží s výskytem - Síňové extrasystoly

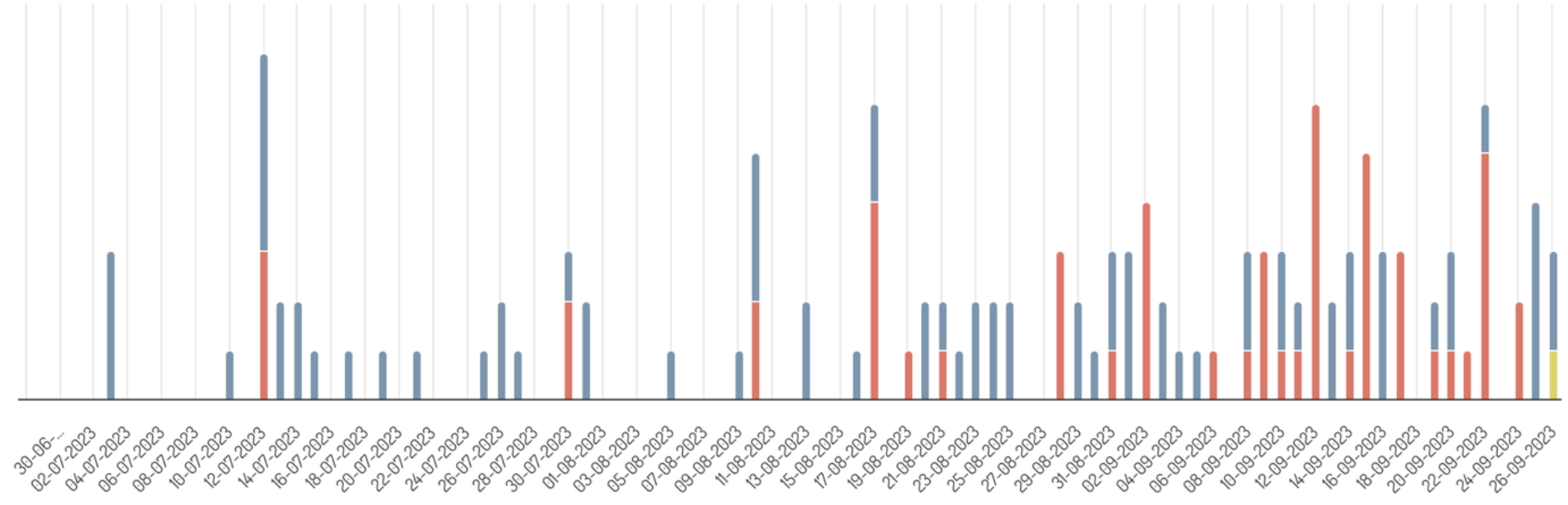
1/ 3 potíží s výskytem - Komorové extrasystoly

0/ 3 potíží nebylo vyhodnoceno kvůli kvalitě záznamu (četné artefakty nebo nízká kvalita nahrávky)

2/ 3 záznamů bylo bez detekce výše uvedených poruch rytmu



I - Rychlý přehled rytmu pacienta





II - Možnost jít do detailu (kontext)



EKG

Přehled měření - průměrný tep

Zoom All 15m 5m 1m

Tepová
frekvence



Pomocník kardiologa

Víte více o svých pacientech

- více informací / úspora času

Upozornění na významné arytmie

- včasná diagnostika a péče, předcházení komplikacím





Ceník

3948 Kč / rok

Mobilní aplikace Kardi Ai + Hrudní pás se snímačem EKG značky POLAR H10

Služba Kardi Ai nabízí monitorování Vašeho srdce díky propojení hrudního pásu se snímačem srdečního rytmu v kombinaci s unikátní aplikací řízenou umělou inteligencí.

- včetně hrudního pásu se snímačem
- neomezený počet měření
- záznam EKG
- vyhodnocení EKG
- propojení s kardiologem
- aplikace dostupná pro iOS a Android

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Měsíční plán | 394 Kč |
| 12 měsíčních splátek na rok | měsíčně |
| Tříměsíční plán | 2697 Kč |
| Půlroční plán | 3174 Kč |
| Roční plán Doporučujeme | 3948 Kč |

[Koupit MyKARDI](#)

📍 Skladem | Doručení do 3 dnů od platby



Aktuálně...

- 1000 pacientů
- Půl miliardy anotovaných QRS komplexů
- 20 % záchyt FS





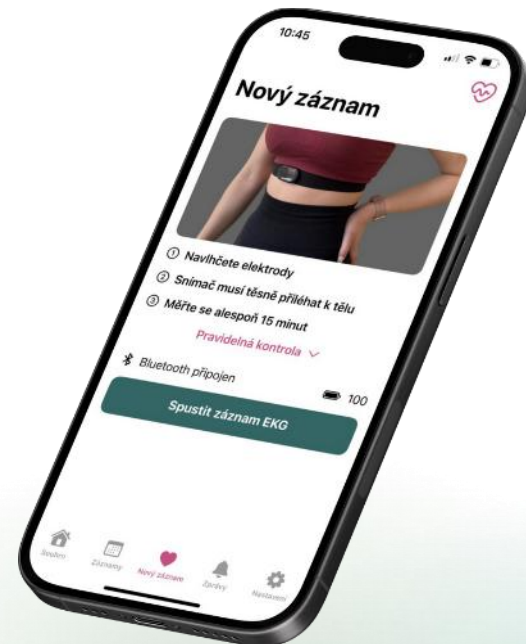
Doporučení pacientům

Doporučení

- Měření **3x týdně**
- **Alespoň 30 min** (optimálně 2 hodiny) (= 7 hodin týdně)
- **Vždy při potížích** (alespoň 30 min) – Alert

Realita

- **Průměrný uživatel - 16 měření měsíčně** (častěji než obden)
- **V průměru od každého pacienta >30 hodin záznamu EKG měsíčně**
- Průměrné měření > 2 hodiny
- 80% všech pacientů se aktivně měří každý měsíc





Certifikace MDR IIa

- HW, SW, AI, komunikace s pacientem
- 1.5 roku
- 283 dokumentů (**3.812 A4 stran textu**)
- Očekáváme 06/24



Partneři a kooperace

Důvěřuje nám **více než 80 kardiologů** i
prestižní zdravotnická zařízení



Aliance pro telemedicínu
a digitalizaci zdravotnictví
a sociálních služeb





Prospektivní klinické studie

- **DEPACIS** (sekundární FS screening po iCMP) prof. Šaňák
- **BEL-AI** (vs 7denní HolterEKG po PFA parox. FS) prof. Bulava, doc. Plášek
- **BELT-PC** (vs 24h HolterEKG u četných SVES/KES) doc. Skála

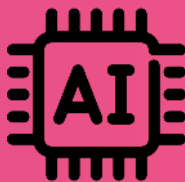
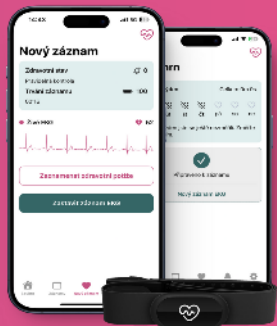




Kardi Ai

Zdravotnický prostředek
pro dlouhodobou neinvazivní monitoraci EKG

S Kardi Ai si mohou pacienti pořizovat záznamy EKG kdykoliv,
kdekoliv, v průběhu celého roku, zcela pohodlně a jakkoliv dlouho



Děkuji za pozornost

www.kardi.ai