

ŠIRŠÍ POHLED NA VYUŽITÍ EKG

MUDr. H. Skalická, CSc. FESC, MUDr. I. Karel, MUDr. H. Skalická, PhD.



ZÁKLADNÍ APLIKACE EKG

- **EKG KRÁTKODOBÉ KLIDOVÉ**

u dospělých i dětí, slouží k morfologické analýze, k analýze srdečního rytmu;
základní vyšetřovací metodou je pořízení záznamu z 12 standardních svodů

- **EKG ZÁTĚŽOVÉ**

- **EKG DLOUHODOBÉ (MONITOROVÁNÍ)**

„bed - side“ u pacientů v kritických stavech na jednotkách intenzivní péče
u pacientů s podezřením na poruchy srdečního rytmu (tzv. holtery, původně 24 hodinové))

- **EKG DLOUHODOBÉ (TELEMONITORACE)**

kratší záznam s možností použít opakovaně v době obtíží

ZÁKLADNÍ APLIKACE EKG

současná klinická praxe

fyziologové - zvířata

1842

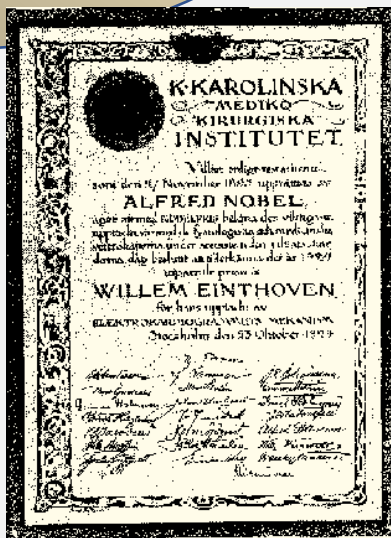
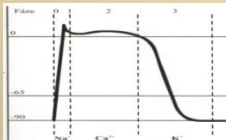
1887

1893

1790 GALVANI
tančící „žabí
stehýnka“
po el. stimulaci

MATTEUCCI
záznam el.
aktivity
žabího srdce

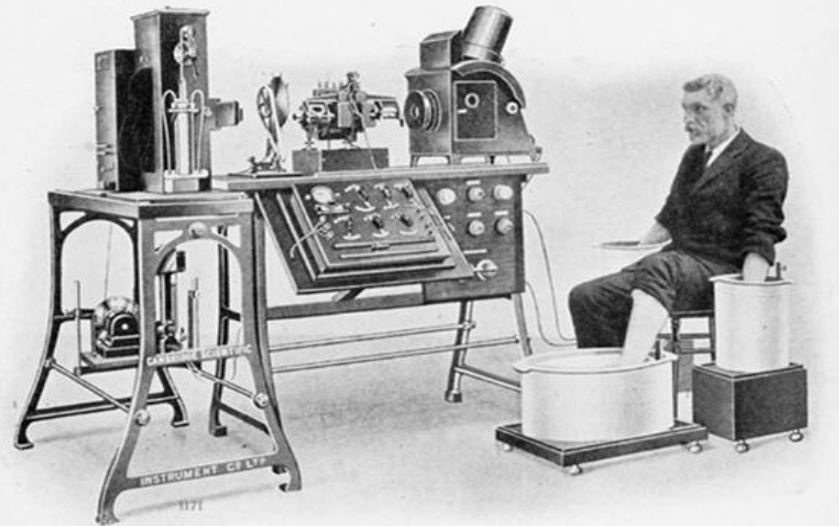
WALTER
první záznam
el. aktivity
lidského srdce



1900

EINTHOVEN
termín
EKG

3 svodové EKG
galvanometr



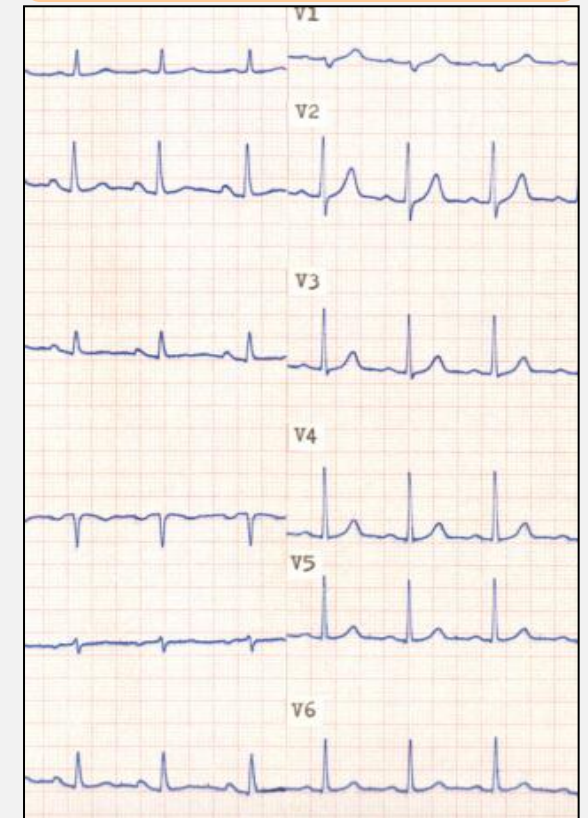
PHOTOGRAPH OF A COMPLETE ELECTROCARDIOGRAPH, SHOWING THE MANNER IN WHICH THE ELECTRODES ARE ATTACHED TO THE PATIENT, IN THIS CASE THE HANDS AND ONE FOOT BEING IMMERSSED IN JARS OF SALT SOLUTION

1934-1938

WILSON
prekordiální
svody

1954

STANDARDIZACE 12SVODOVÉHO EKG



BICYKLOVÁ ERGOMETRIE – STANDARDNÍ 12SVODOVÉ EKG



DIAGNOSTIKA ICHS? průměrná senzitivita 67%, specificita 72%

kdy lze očekávat falešně negativní výsledek ?

stenóza koronární tepny není „kritická“ (dostačující kolaterální oběh)

kdy se setkáváme s falešně pozitivním testem ?

nekoronární příčiny ST změn: aortální stenóza, hypertenze, KMP

TOLERANCE FYZICKÉ NÁMAHY

- upřesnění aktuální významnosti kardiálního postižení (významnost srdečních vad)
- posouzení výkonnosti za účelem hodnocení rizika operace
- posudkové účely



Souhrn tolerované zátěže se obvykle vyjadřuje jako vykonaná práce ve wattech, přepočtená na kg tělesné hmotnosti nemocného a přímým výpočtem dosažených násobků metabolického ekvivalentu (METs).

snadná dostupnost, proveditelnost, cena

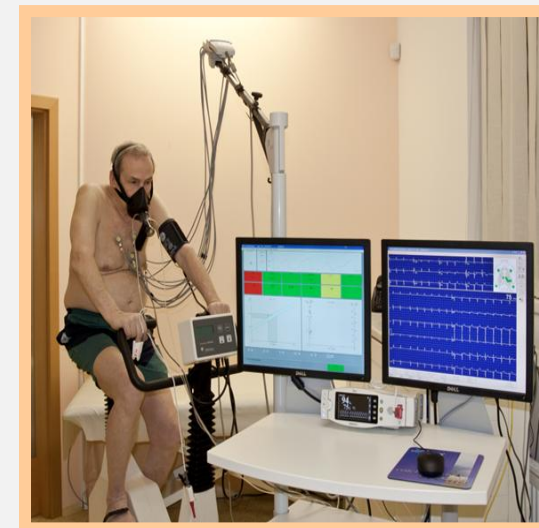
SPIROERGOMETRIE – STANDARDNÍ 12SVODOVÉ EKG

Rozšíření běžného zátěžového testu o sledování výměny plynů, spotřeby kyslíku a výdeje kysličníku uhličitého, s cílem stanovení kardiopulmonální rezervy

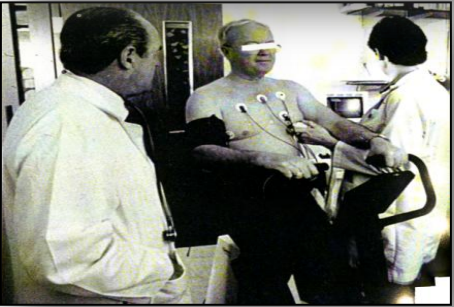
stadium a rozsah pulmonálních onemocnění dif. dg

- upřesnění kardiopulmonální rezervy před náročnými operacemi
- stanovení intenzity pohybové aktivity před kardiovaskulární rehabilitací s cílem zlepšení vrcholové spotřeby kyslíku
- pokles spotřeby kyslíku pod $16 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($\text{VO}_{2\text{peak}}$) signalizuje závažné známky srdečního selhání, významně ovlivňující další prognózu a terapii

stanovení aerobního prahu sportovců

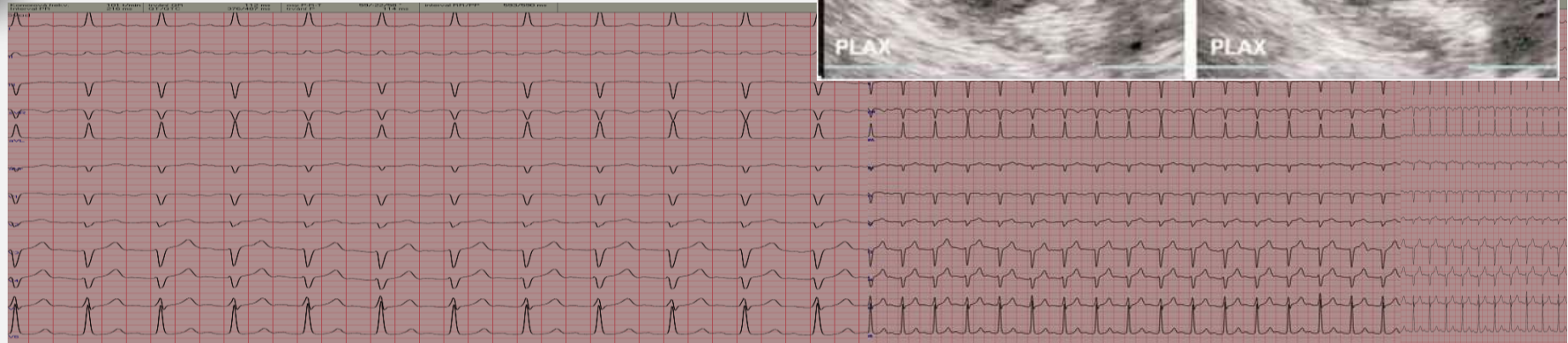
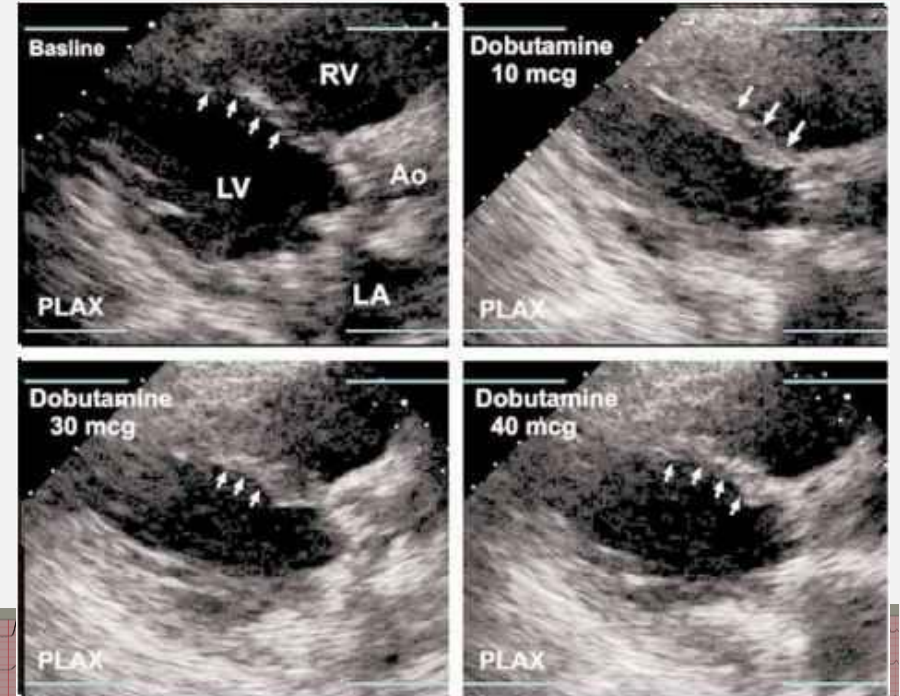


ZÁTĚŽOVÁ ECHOKARDIOGRAFIE – STANDARDNÍ 12SVODOVÉ EKG

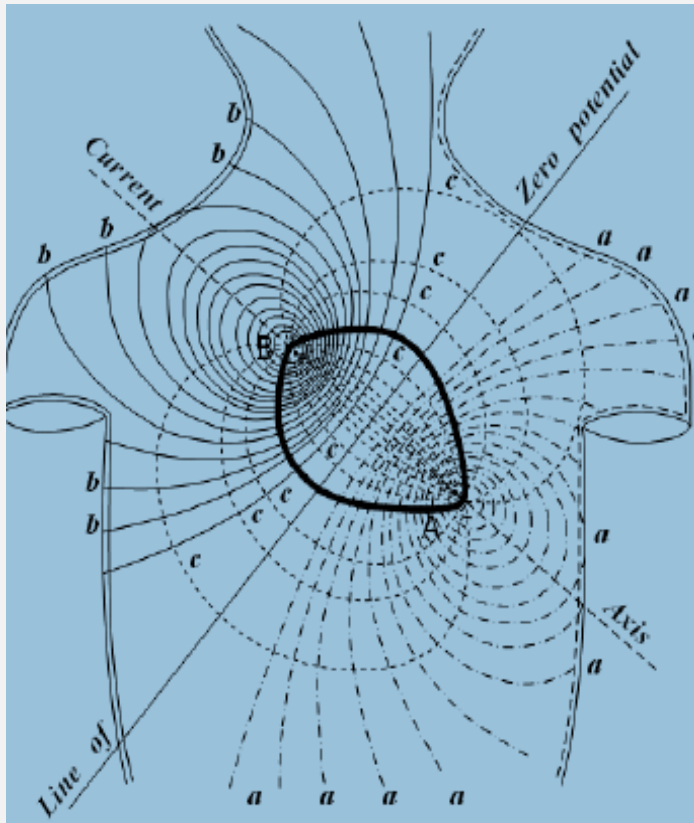


dynamická zátěž - fyziologická,
někdy obtížné hodnocení
pohyb hrudníku a tachykardie

farmakologická zátěž –
výrazněji ovlivňující TF,
semiinvazivní metoda,



EKG S ATYPICKOU LOKALIZACÍ A POČTEM ELEKTROD



elektrody zavedené do jícnu – dobře hodnotitelná vlna P, R

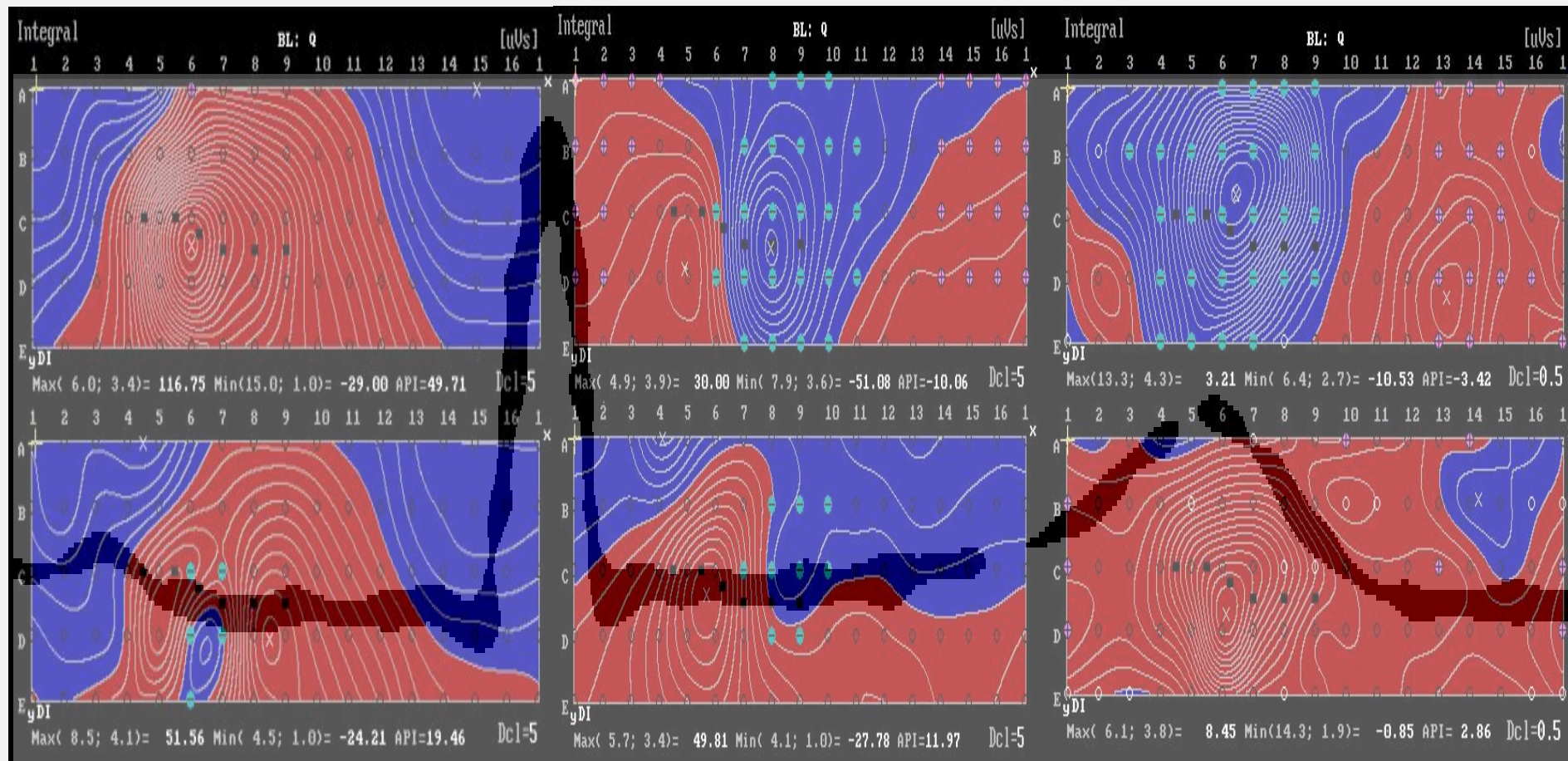
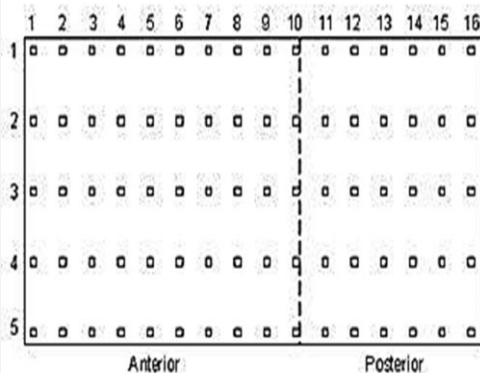
elektrody na perikard po kardiologických výkonech - k event. nutné stimulaci

elektroda katetrizačně zavedená intrakardiálně detekce arytmií, intervenční arytmologie

elektrody rozšiřující kontrolu nad levou komorou V7 a V8 – rozšíření 12svodového EKG

izopotenciálové mapování s velkým počtem elektrod

EKG MAPOVÁNÍ



PROBÍHAJÍCÍ DEPOLARIZACE A REPOLARIZACE V PRŮBĚHU JEDNOHO SRDEČNÍHO CYKLU

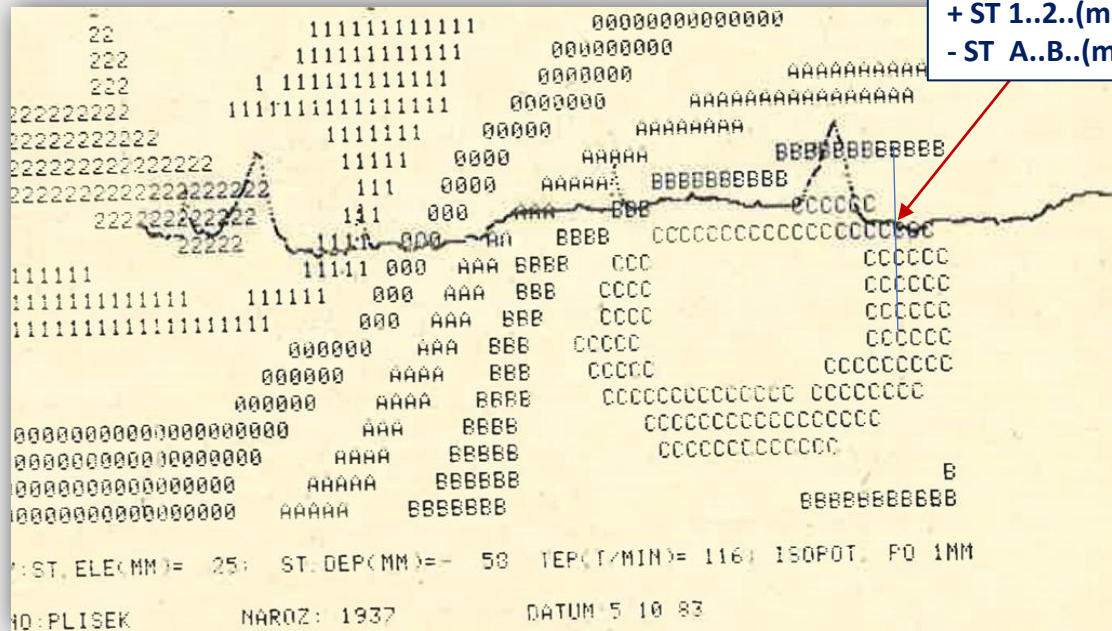
EKG MAPOVÁNÍ, IZOPOTENCIÁLOVÉ MAPY

PŘIPOJENÍ 256 ELEKTROD



EKG MAPOVÁNÍ, CÍLENÉ NA KORONÁRNÍ ŘEČIŠTĚ

izoel. 0
+ ST 1..2..(mm)
- ST A..B..(mm)



90. léta minulého století

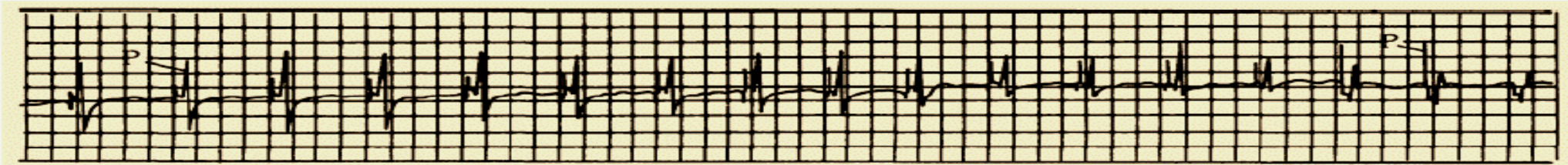
Klidové mapování bylo aplikováno v kombinaci se zátěží, rušivé testy fyzické zátěže se nahrazovaly stress testy (Stroopův psychologický test)

ŽLUTÁ MODRÁ ORANŽOVÁ
ČERNÁ ČERVENÁ ZELENÁ
NACHOVÁ ŽLUTÁ ČERVENÁ
ORANŽOVÁ ZELENÁ ČERNÁ
MODRÁ ČERVENÁ NACHOVÁ
ZELENÁ MODRÁ ORANŽOVÁ
ŽLUTÁ MODRÁ ORANŽOVÁ
ČERNÁ ČERVENÁ ZELENÁ
NACHOVÁ ŽLUTÁ ČERVENÁ
ORANŽOVÁ ZELENÁ ČERNÁ
MODRÁ ČERVENÁ NACHOVÁ
ZELENÁ MODRÁ ORANŽOVÁ

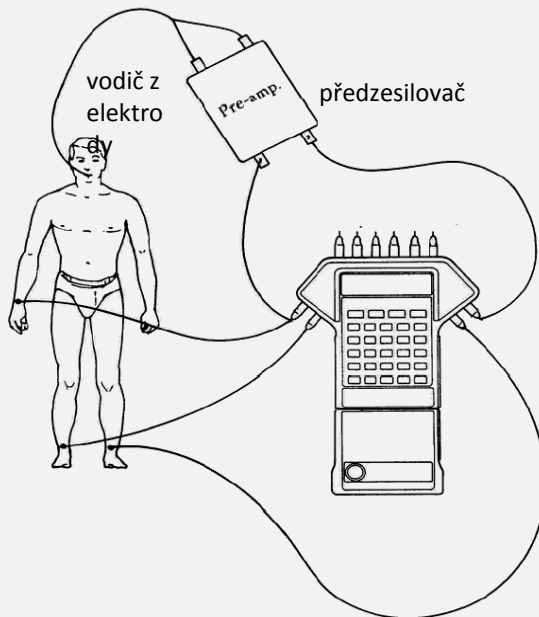
hlavní využití – diagnostika ICHS
efekt po revaskularizace PTCA (v kombinaci se zátěží)
snaha o rozpoznání rejekce u transplantovaných



EKG JÍCNOVÉ, PŘEVODNÍ PORUCHY A SUPRAVENTRIKULÁRNÍ ARYTMIE



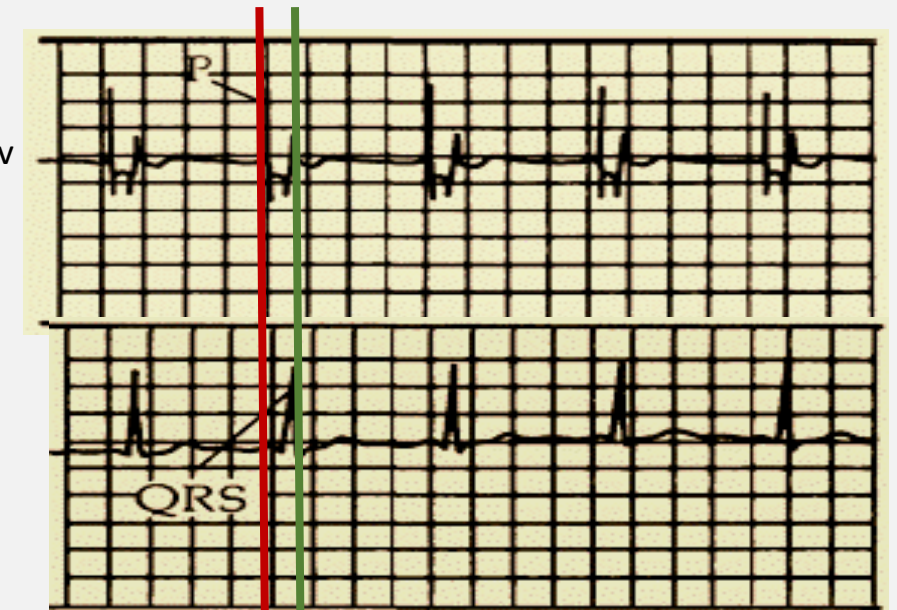
jícnové EKG



Elektrodu lze umístit i do jícnu, tedy co nejbližší srdci. K tomu se používaly různé katetry se zavedenými elektrodami. Po spolknutí je tato elektroda udržována v patřičné poloze pomocí vodičů a lze ji **polohovat co nejoptimálněji. Toto uspořádání je velmi vhodné ke sledování P vln a R kmitů.**

V kombinaci s jícnovým EKG se využívala i jícnová stimulace k overdrivingu některých supraventrikulárních arytmíí.

Využívala se rovněž jako alternativa zátěžového testu

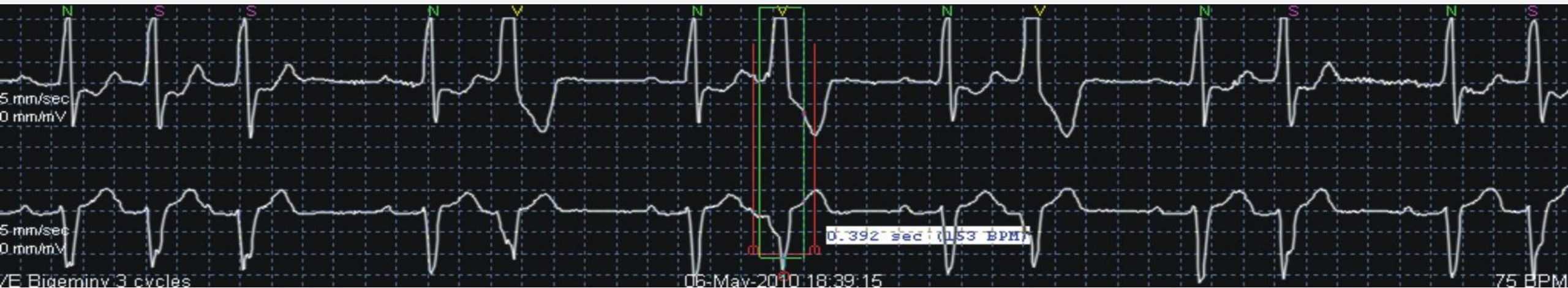


srovnání jícnového EKG a záznamu z II. svodu

APLIKACE EKG: 1, 2, 3 SVODY

„bed-side“ monitorace je zcela běžnou praxí nemocničních zařízení
s vyvedením křivek do centrálních monitorů vybavených přednastavenými alarmy

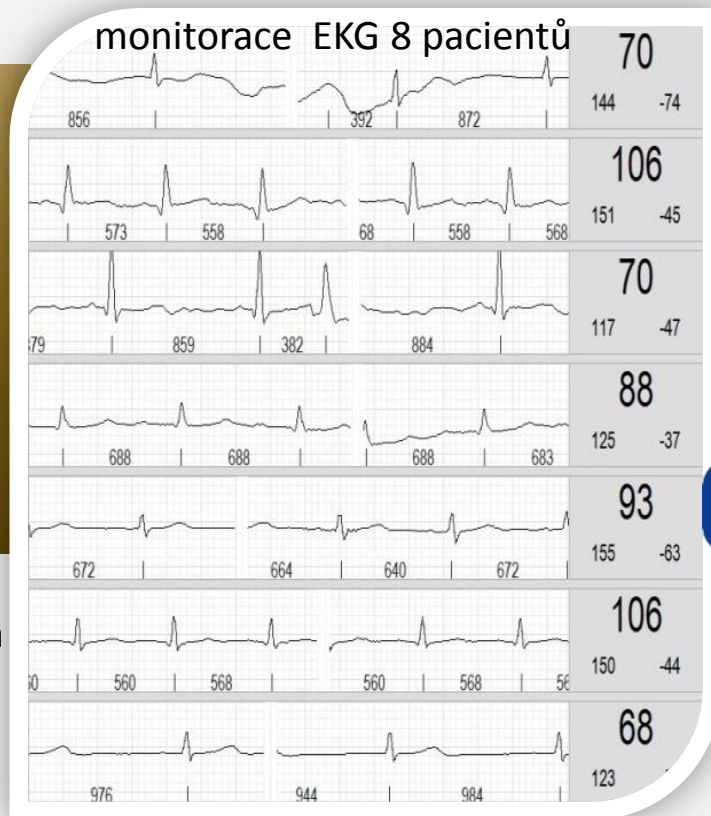
monitorace pacientů v kritických stavech na jednotkách intenzivní péče
v průběhu operačních výkonů a v pooperačních obdobích



EKG MONITORACE A ŘÍZENÁ KARDIOREHABILITACE



Zlepšení kvality života
snížení komplikací u nemocných
s projevy srdečního selhávání



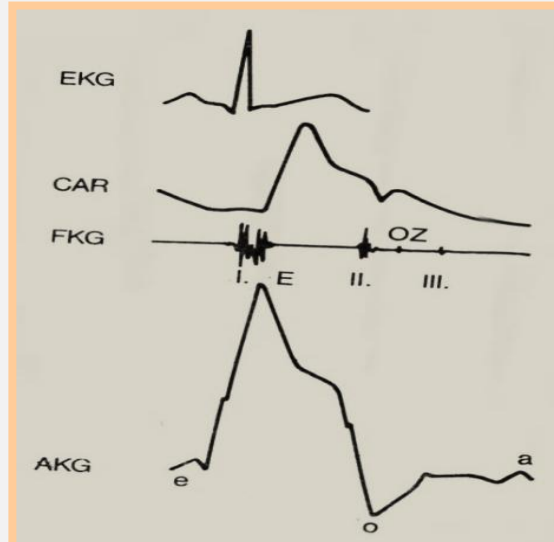
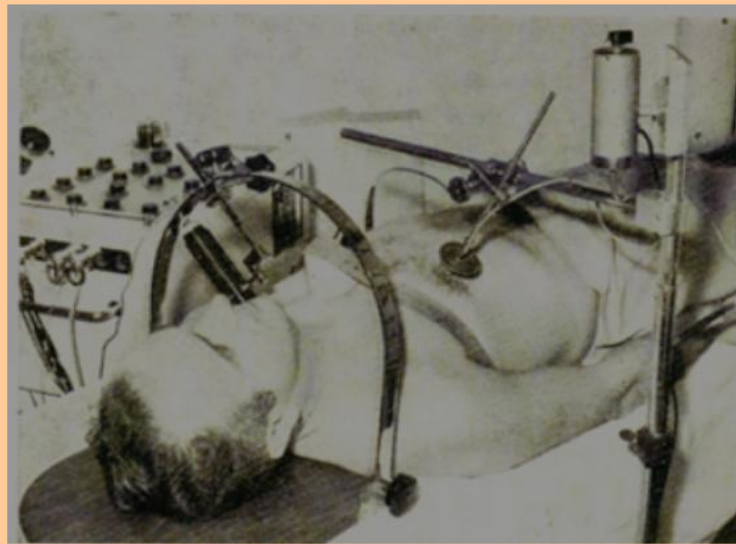
Metaanalýza studií zahrnující 6 měsíční organizované rehabilitační programy prokázala zlepšení kvality života nemocných i 26% pokles kardiovaskulární mortality.

Anderson L, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: Cochrane systematic review and meta-analysis. J Am Coll Cardiol 2016;67(1):1-12.
Rauch B, et al. The prognostic effect of cardiac rehabilitation in the era of acute revascularisation and statin therapy: A systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized studies - The Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS). Eur J Prev Cardiol. 2016 Dec;23(18):1914-1939.

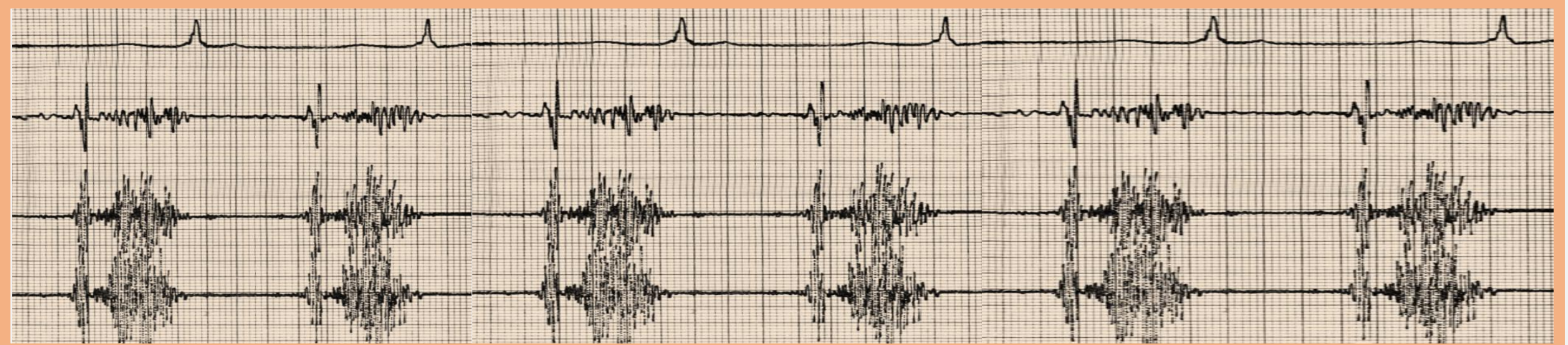


EKG A NEPŘÍMÉ SLEDOVÁNÍ SRDEČNÍ DYNAMIKY

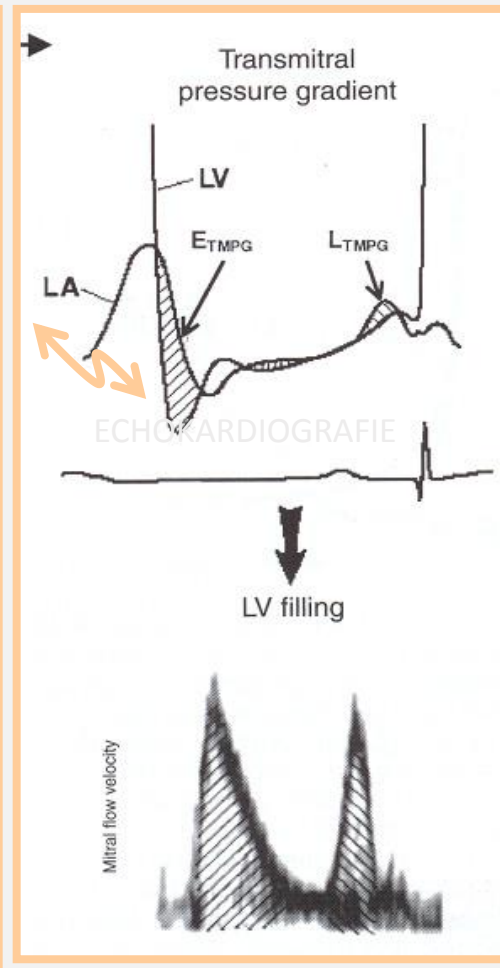
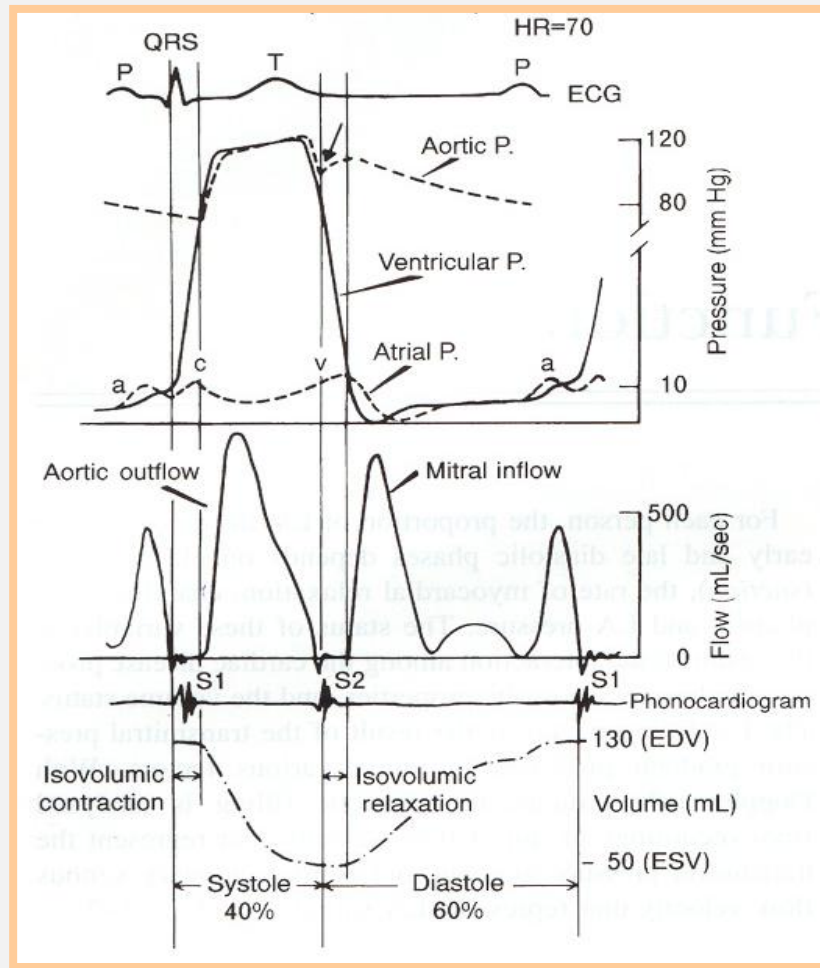
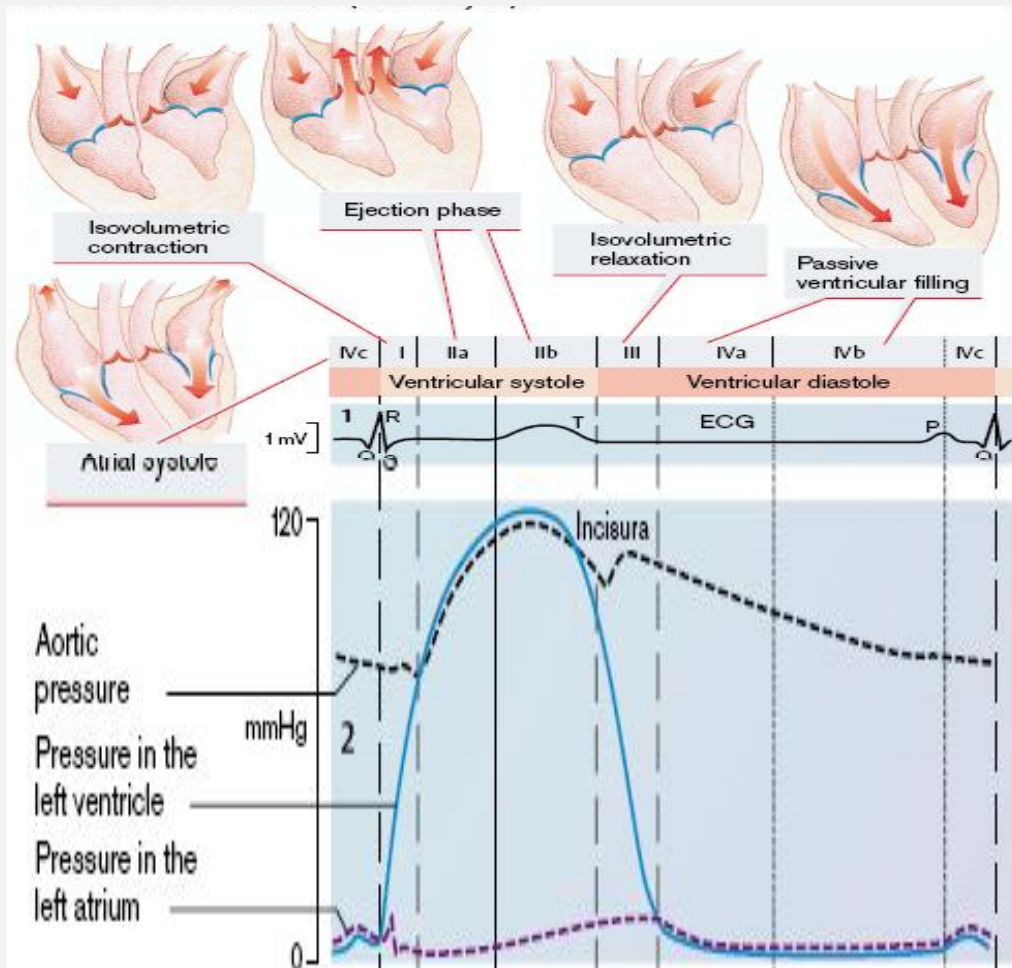
ZÁZNAM EKG (časování srdečního cyklu) provázející záznam fonokardiografie, karotického pulsu, apexkardiografie



- polygrafické metody
- mechanokardiografie
- kinetokardiografie
- apexkardiografie
- fonokardiografie
- vibrokardiografie
- balistografie
- reokardiografie



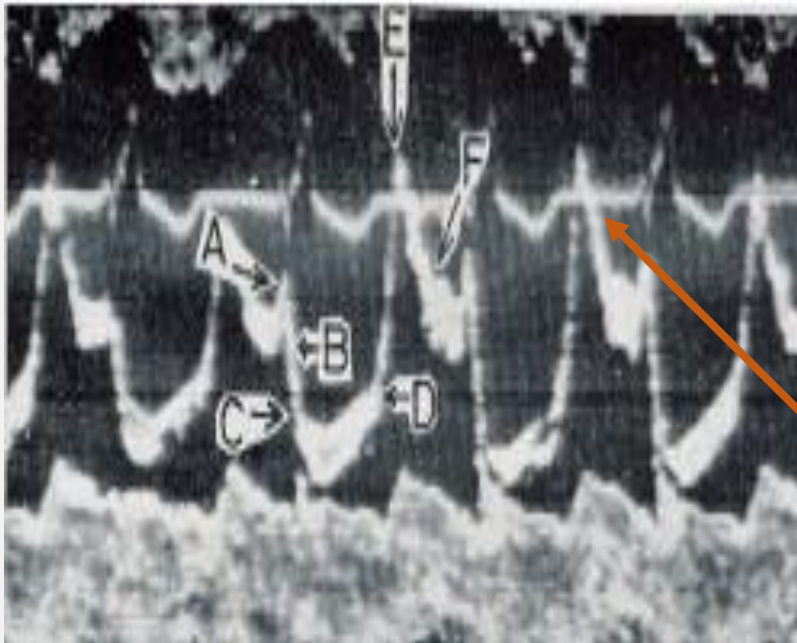
EKG A HEMODYNAMIKA



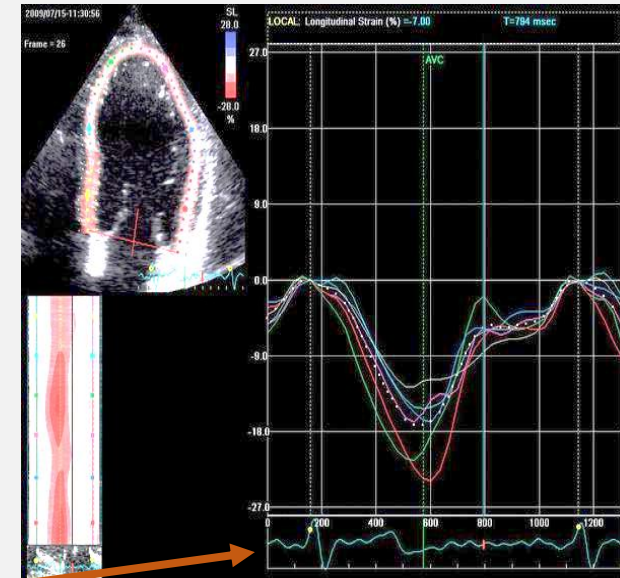
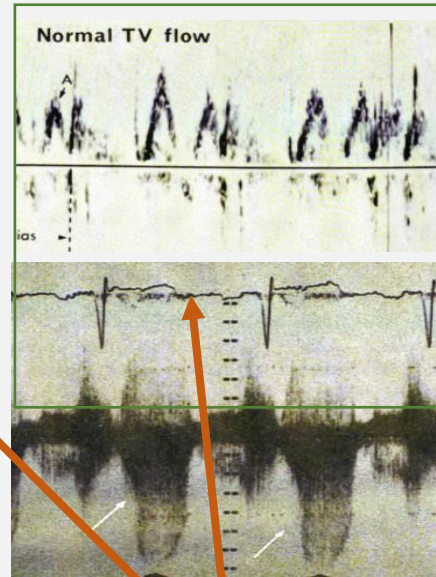
LEVÁ KOMORA A MĚŘITELNÉ PARAMETRY HEMODYNAMIKY



EKG A KLIDOVÁ ECHOKARDIOGRAFIE



Edler and Hertz's echocardiographic trace of the anterior mitral valve leaflet in the late 1950s

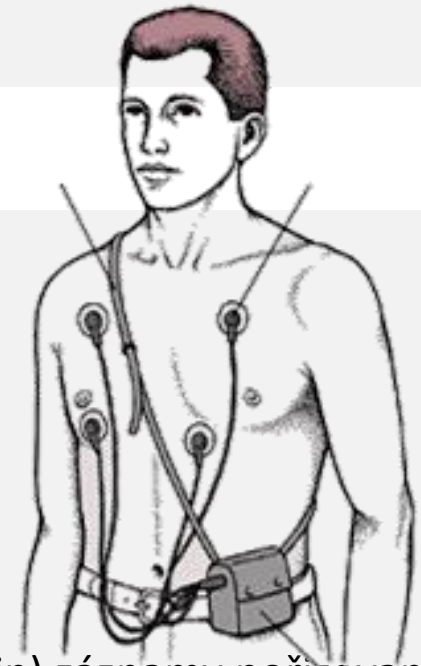


EKG jako časové vodítko všech echokardiografických metod

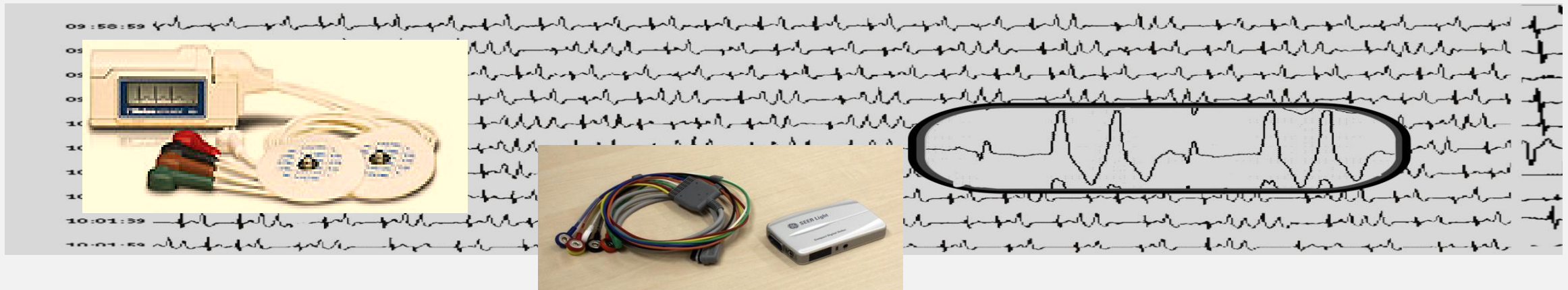
HOLTEROVSKÉ EKG MONITORACE

INDIKACE: původní záměr diagnostika ischemických epizod
včasná diagnostika němé ischemie

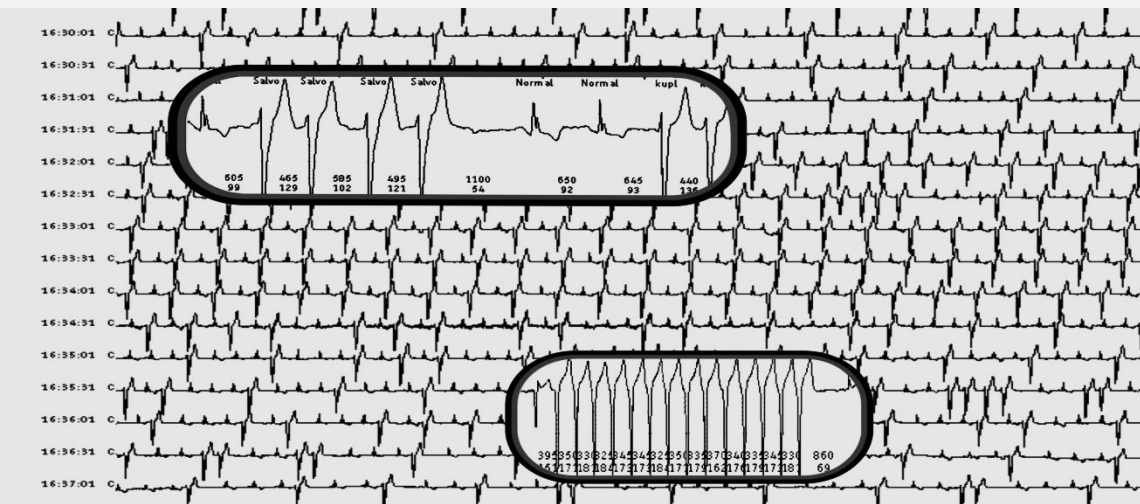
DIAGNOSTIKA ARYTMIIÍ A PŘEVODNÍCH PORUCH
verifikace poruch nezachycených na klidovém EKG



Holterovské monitory jsou záznamové jednotky pro dlouhodobé (zpravidla na dobu 24 hodin) záznamy pořizované z 1-3 EKG svodů. Cílem analýzy tohoto záznamu je **vyhledat v záznamu srdeční cykly s odlišným časováním a/nebo morfologií** a určit eventuální patologii. Analýza je zčásti interaktivní.



EKG MONITORACE SYNKOPY



SYNKOPY

izolovaná epizoda synkopa vazovagální

rekurentní vazovagální synkopy nejasné etiologie

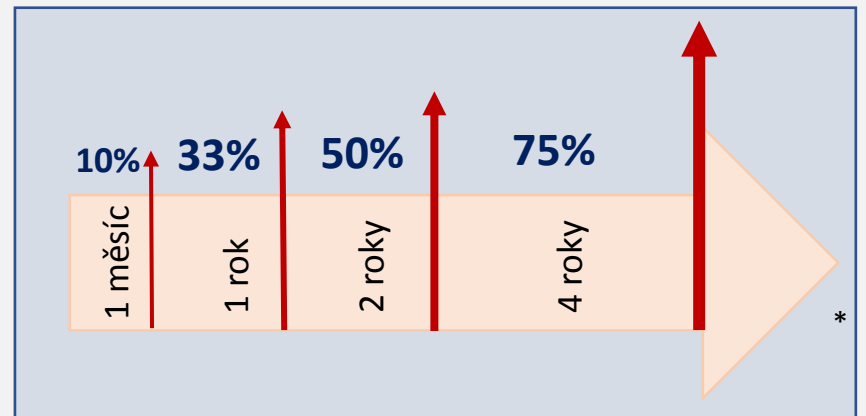
situační synkopy např. mikční či defekační

synkopy z reverzibilní příčiny např. krvácení nebo dehydratace

synkopy při tachyarytmii

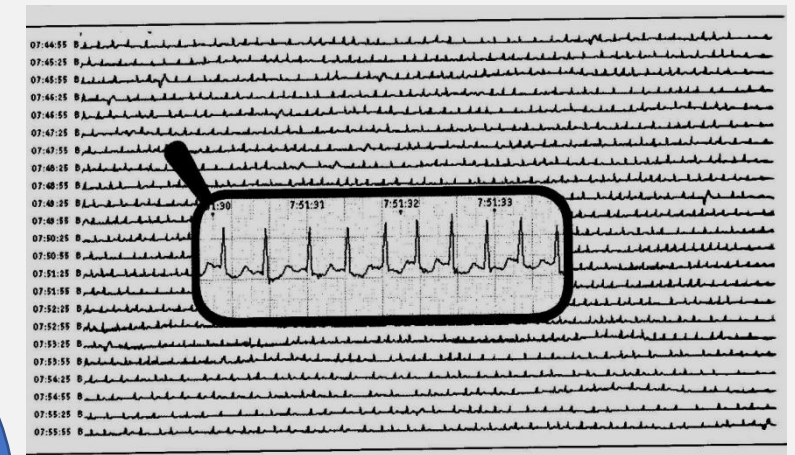
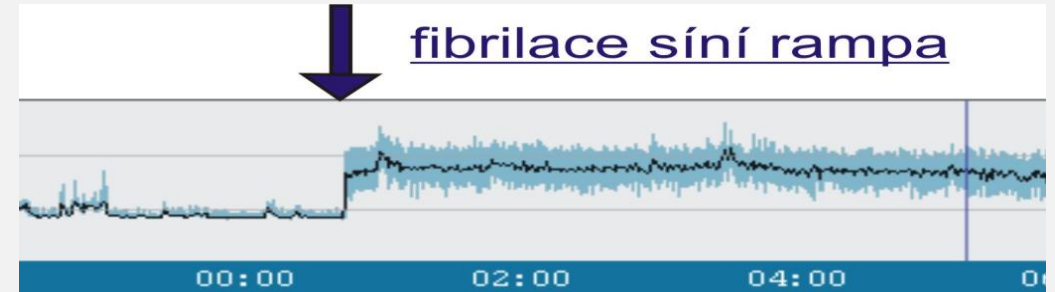
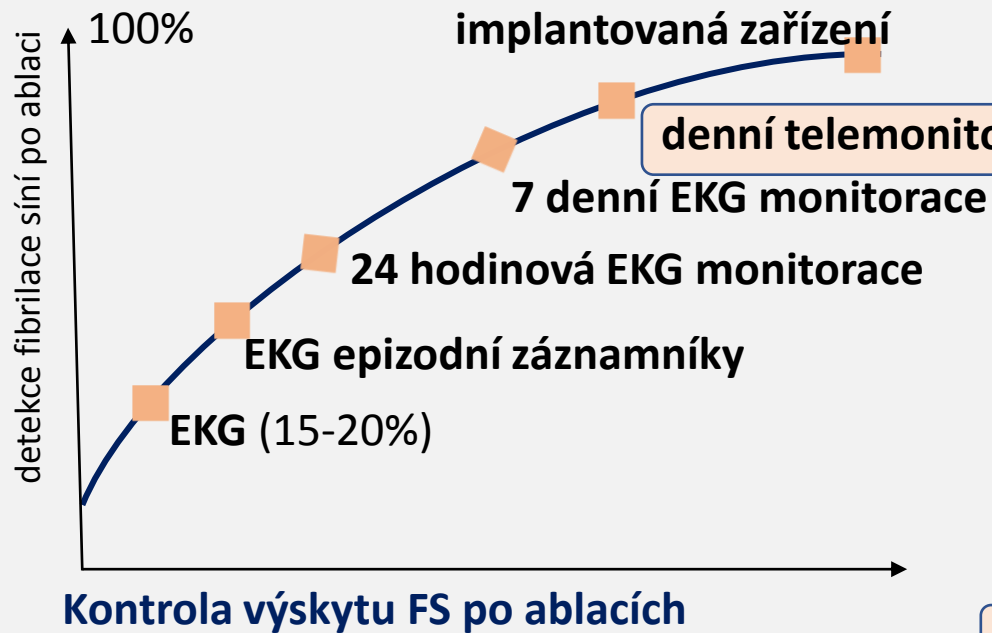
synkopy na podkladě bradyarytmie, převodní poruchy

Časový faktor pravděpodobnosti návratu synkopy



studie ISSUE 1 a ISSUE 2, Brignole M

DLOUHODOBÁ MONITORACE A FIBRILACE SÍNÍ



denní kontrola cestou aplikace chytrého telefonu?

Forma monitorace, zejména její časové hledisko, zvyšuje pravděpodobnost záchytu arytmií: rekurentní FS po ablací, záchyt arytmie jako příčiny synkopy, záchyt FS jako příčiny mozkové příčiny

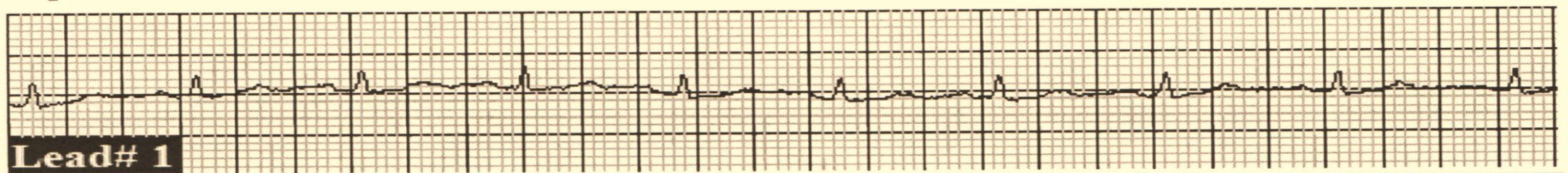
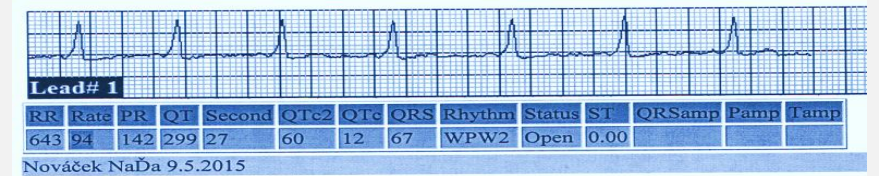
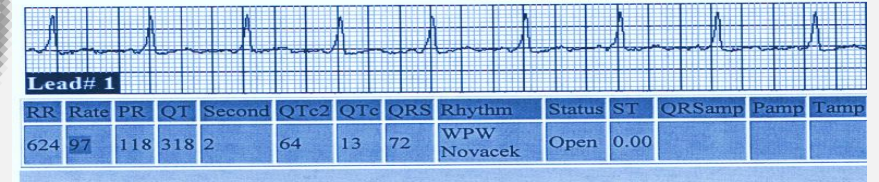


TELEMONITORACE

pro pacienta i nepříliš zdatného pro práci s novými technologiemi není obtížné



WPW syndrom, pravidelná akce 97/min

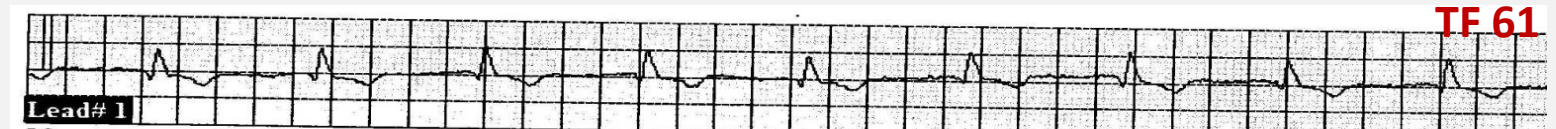
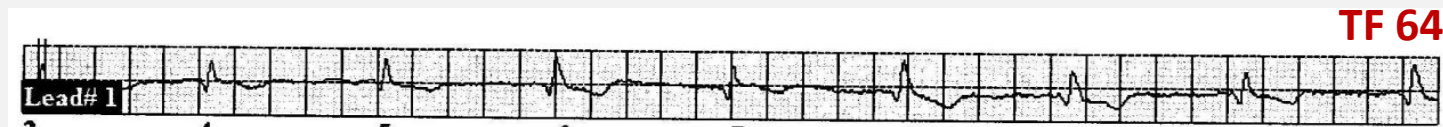


RR	Rate	PR	QT	Second	QTc2	QTc	QRS	Rhythm	Status	ST	QRSamp	Pamp	Tamp
581	104	141	285	21	59	12	61	SR, M1	Open	-0.01	0.23	0.08	0.11

TELEMONITORACE EKG VLASTNÍ ZKUŠENOSTI

Záznamy 1 svodu obvykle dobře hodnotitelné (zasláno 618 záznamů, nehodnotitelných pro artefakty 18.....11%, obtížněji hodnotitelné, zejm. hodnocení vlny P 20 - 25%), obvykle po telefonické konzultaci se kvalita zlepšila
I negativní záchyt EKG v době obtíží může být diagnostickým přínosem.

Nemocný 61 let, záznamy pořízené v době výrazných obtíží, popisovaných jako **palpitace s nevolností**, pocením a úzkostí.
V průběhu 4 týdenního sledování pořízeno hodnotitelných 72 záznamů TF 58-71



Dg: abusus benzodiazepinů dávka 10-15 mg denně trvající cca 30 let

TELEMONITORACE a APPLE WATCH, FIBRILACE SÍNÍ

Apple Heart study: osmiměsíčního testu se zúčastnilo 400 tisíc lidí u dvou tisíc byla zjištěna fibrilace síní
Ověřeno 12 svodovým ekg (84% senzitivita 93 % specifická)



Optický senzor photoplethysmografické metoda, zachytí frekvenci 30-200/min v kombinaci s aplikací pro TF vyhodnocuje aktuální TF

do apple watch series 4 je přidána teflonová elektroda - která reaguje na dotyk v kombinaci s hodnocení TF je schopna zapsat jednosvodové ekg



Bumgarner J. et al: smartwatch algorithm for automated detection of atrial fibrillation
JAMA 71, 2581-2388 (2018)



pro detekci FS (od 11/ 2018) záznam 30 s – (FDA), dotyk osoby, a záznam je cestou bluetooth přenášeno do smartphonu Rozlišení SR a FS

DLOUHODOBÉ TELEMONTORACE EKG

Domácí trénink vedeného na dálku např. metodami telemonitoringu s aktuální kontrolou EKG



Bumgarner J. et al: smartwatch algorithm for automated detection of atrial fibrillation
JAMA 319, 2581-2388 (2018)

The Apple Heart Study with over 400,000 participants, the Apple Heart Study was the largest screening study on atrial fibrillation ever conducted, and one of the largest cardiovascular trials to date

The HF-Wii study: Heart failure Vienna 2018
Jaarsma T, Strömberg A, Klompstra L, Mårtensson J, Ben Gal T, Boyne J, Chiala O, Evangelista L, Hagenow A, Hägglund



EKG MONITORACE

24 hodinová monitorace – je dostatečná při záchytu 15-20% arytmií

2-3 denní monitorace, 5-7 denní monitorace - zvýšení výtěžnosti ? - zaplacení

Epizodní záznamníky

telemonitoračními technikami s okamžitým přeposílám křivek do centra

Implantabilní záznamníky s téměř 100% záchytem arytmií

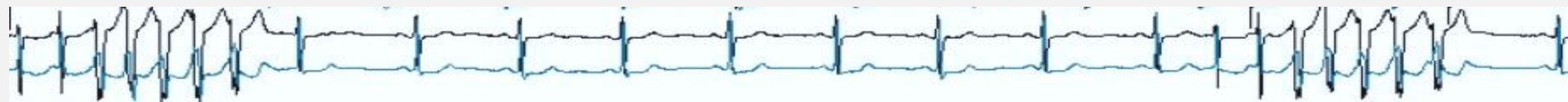
Nově hrozba nebo pomoc pro kardiology

chytré telefony s automatickými záchyty arytmií

automaticky spuštěný záznam arytmiie nikoliv záchyt při obtížích



ŠIRŠÍ POHLED NA VYUŽITÍ EKG: MONITORACE, ZOBRAZOVACÍ VYŠETŘENÍ, ZÁTĚŽOVÉ TESTY



MUDr. Hana Skalická, CSc., FESC, MUDr. Ivan Karel, MUDr. Hana Skalická, PhD

DLOUHODOBÉ MONITORACE A FIBRILACE SÍNÍ

How Apple Watch measures your heart rate

The **optical heart sensor in Apple Watch uses what is known as photoplethysmography**. This technology, while difficult to pronounce, is based on a very simple fact: Blood is red because it reflects red light and absorbs green light.

Apple Watch uses green LED lights paired with light-sensitive photodiodes to detect the amount of blood flowing through your wrist at any given moment. When your heart beats, the blood flow in your wrist — and the green light absorption — is greater. Between beats, it's less. By flashing its LED lights hundreds of times per second, Apple Watch can calculate the number of times the heart beats each minute — your heart rate. The optical heart sensor supports a range of 30–210 beats per minute. In addition, the optical heart sensor is designed to compensate for low signal levels by increasing both LED brightness and sampling rate.

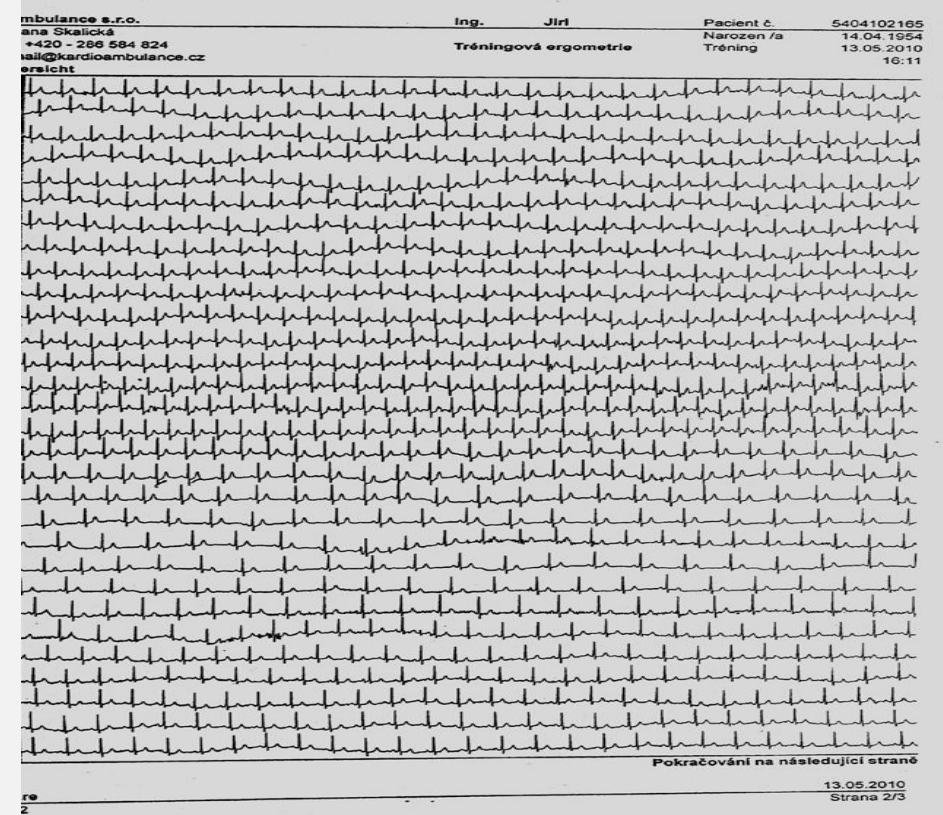
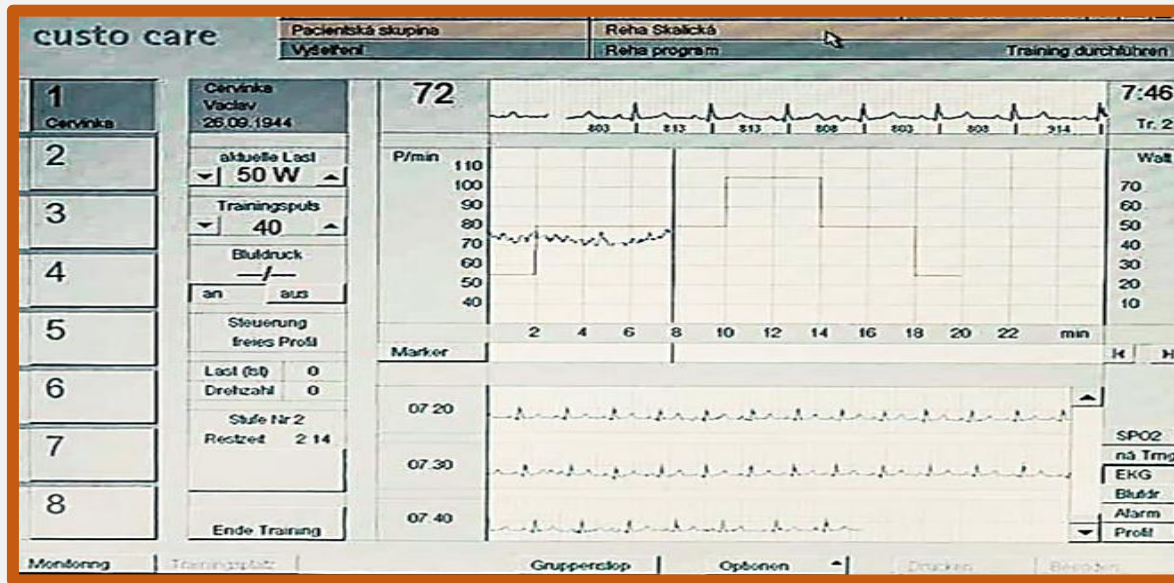
The optical heart sensor can also use infrared light. This mode is what Apple Watch uses when it measures your heart rate in the background, and for heart rate notifications. Apple Watch uses green LED lights to measure your heart rate during workouts and Breathe sessions, and to calculate walking average and Heart Rate variability (HRV).

Apple Watch Series 4 also **has built-in electrodes in the Digital Crown** and the back of Apple Watch, which can measure the electrical signals across your heart when used with the Heart Rate app or the ECG app. When you place your finger on the Digital Crown, it creates a closed circuit between your heart and both arms, capturing the electrical impulses across your chest.

To use the electrical heart sensor to measure your heart rate, open the Heart Rate app and place your finger on the Digital Crown. You will get a faster reading with higher fidelity — getting a measurement every second instead of every 5 seconds. You'll see "ECG" in Heart Rate Context when looking at recorded data for Heart Rate in the Health app. You can also use the electrical heart sensor to [take an ECG with the ECG app](#).



EKG MONITORACE A KARDIOREHABILITACE



Nedávná analýza 60 randomizovaných studií prokázala, že celkovou mortalitu jsou schopny ovlivnit rehabilitační programy vedené ve specializovaných centrech, zatímco domácí a telemonitorované programy tento přínos prokázaly v nesignifikantní míře.

STUDIE HF WII, EXERGAMING

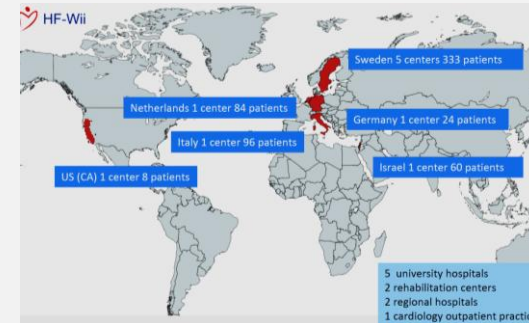
Randomizovaná studie 10 center 600 osob
nemocní se srdečním selháním NYHA I – IV

Primární cíl ... 6 minutový test chůze po 3 měsících

Základem byla instruktáž jak pracovat s cvičením v rámci hry - televize , PC. Tato hra byla nainstalovaná u nemocných doma, za podrobné instruktáže
Kontroly probíhaly telefonicky 2,4,8 a 12. týden
258 nemocných sledování dokončilo

50% nemocných pokračovalo ve cvičení, (41)
- někteří nemocní nedodrželi dobu cvičení,
10% si zvyšovalo zátěž

Sledovaný 6 minutový test ..
Zlepšení u cvičící skupiny o 33m,
za 12.týdnů.
Studie bude pokračovat, aby bylo
možné zhodnotit delší období



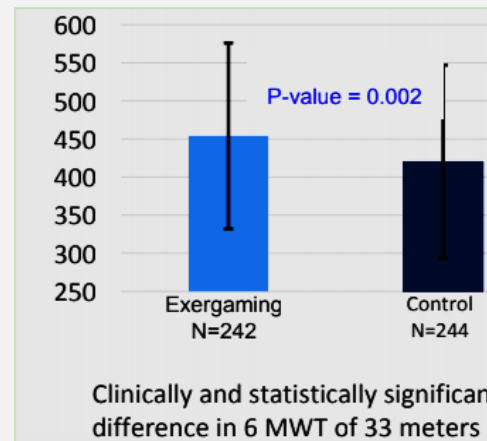
Cyberwalking & Cybercycling



Nintendo Wii



X-Box 360 Kinect



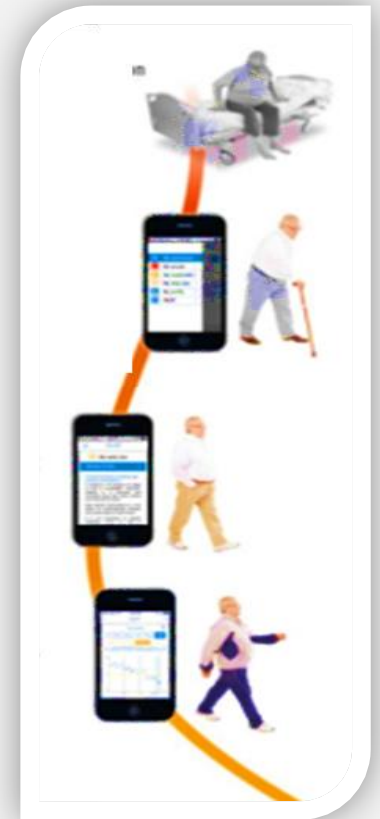
KARDIOREHABILITACE A TELEMONTORACE

Domácí trénink vedeného na dálku (např. metodami telemonitoringu v odpovídajících aplikacích)

Telemonitorace jako funkce chytrých telefonů

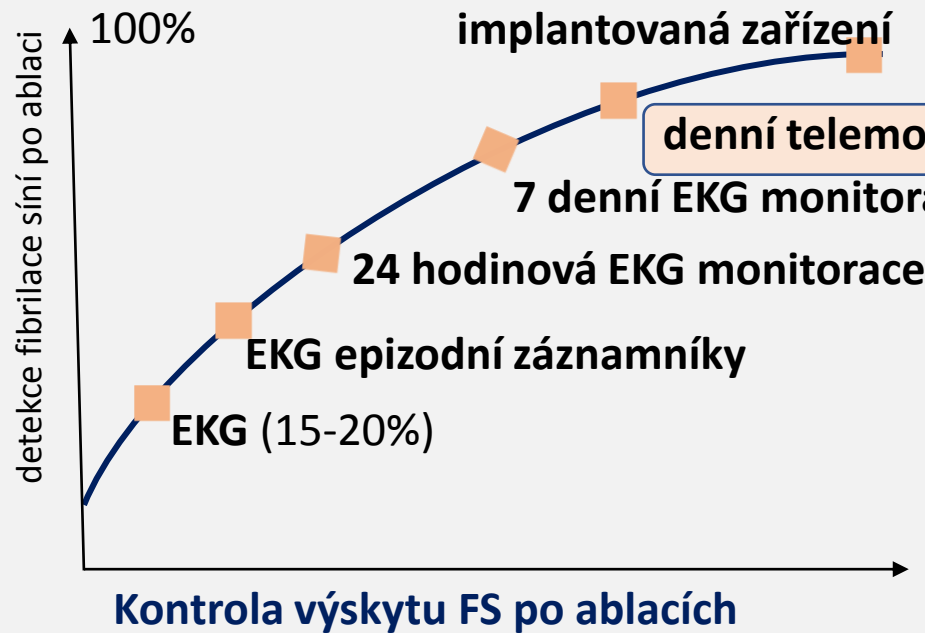
Vedení s každodenní a v některých případech i aktuální kontrolou prováděné činnosti

- pohybová aktivita
- charakter stravování
- tělesná hmotnost



DLOUHODOBÉ MONITORACE A FIBRILACE SÍNÍ

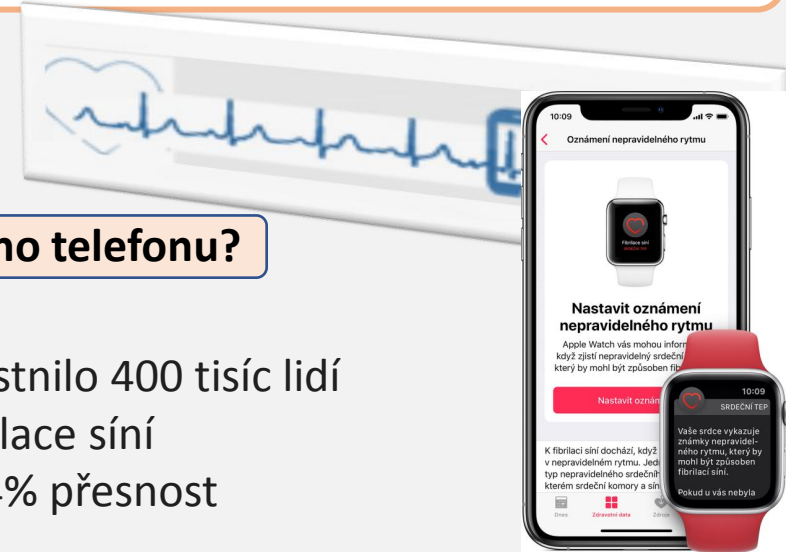
Forma monitorace, zejména její časové hledisko, zvyšuje pravděpodobnost záchytu arytmií: rekurentní FS po ablaci, záchyt arytmiie jako příčiny synkopy, záchyt FS jako příčiny mozkové příčiny



denní kontrola cestou chytrého telefonu?

osmiměsíčního testu se zúčastnilo 400 tisíc lidí u dvou tisíc byla zjištěna fibrilace síní lékařské měření prokázalo 84% přesnost

Kardioband je součástí AppleWatch pro detekci FS (od 11/ 2017) Záznam 30 s – (FDA), snímání na pásku hodi, kterého se dotýka osoba záznam je cestou bluetooth přenášeno do smartphonu Rozlišení SR a FS



KARDIOREHABILITACE A TELEMONTORACE

Domácí trénink vedeného na dálku (např. metodami telemonitoringu)

Telemonitorace jako funkce chytrých telefonů

The Apple Heart Study with over 400,000 participants, the Apple Heart Study was the largest screening study on atrial fibrillation ever conducted, and one of the largest cardiovascular trials to date.

Nepravidelný rytmu se nerovná fibrilace síní,
Vyhodnocovací algoritmy jsou postavené na kombinaci nepravidelného rytmu a chybějící vlně P
(SVES a KES umí odfiltrovat)

V ČR v současné době funguje aplikace pro
hodnocení TF nikoliv pro záchyt nepravidelnost TF.

osmiměsíčního testu se zúčastnilo 400 tisíc lidí
u dvou tisíc byla zjištěna fibrilace síní
Identifikace FS 93% senzitivita a 84% specificita (srovnání se
12svodovým ekg)

Released March 16, 2019, Stanford Medicine's results from the **Apple Heart Study** found " percent of participants received **The study further found evidence to support wearable technology has the ability to safely identify heart rate irregularities, which subsequent testing confirmed to be atrial fibrillation.** **Algoritmus Alive cor**

