



INTERNÍ
KARDIOLOGICKÁ
KLINIKA FN BRNO a LF MU

BUDOUCNOST BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ V KARDIOLOGII

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705)

David Pospíšil et al.





› **OKÉNKO BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ / AN INSIGHT INTO BIOMEDICAL ENGINEERING**

BIOMEDICÍNSKÉ INŽENÝRSTVÍ V SOUČASNÉ ČESKÉ KARDIOLOGII

Biomedicínské inženýrství v současné české kardiologii

David Pospíšil, Monika Míková, Jan Řehoř, Kristýna Hochmanová, Veronika Bulková, Nela Hejtmánková

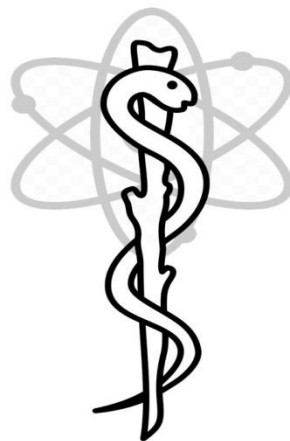
Interní kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno a Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Zdroj: <https://doi.org/10.36290/kar.2024.023>





- Stále neoddělitelnější a užší vazba biomedicínského inženýrství se současnou medicínou a lékařským personálem v klinickém prostředí
- Most mezi medicínou a technikou
- Prohlubující se integrace do diagnosticko – terapeutického procesu



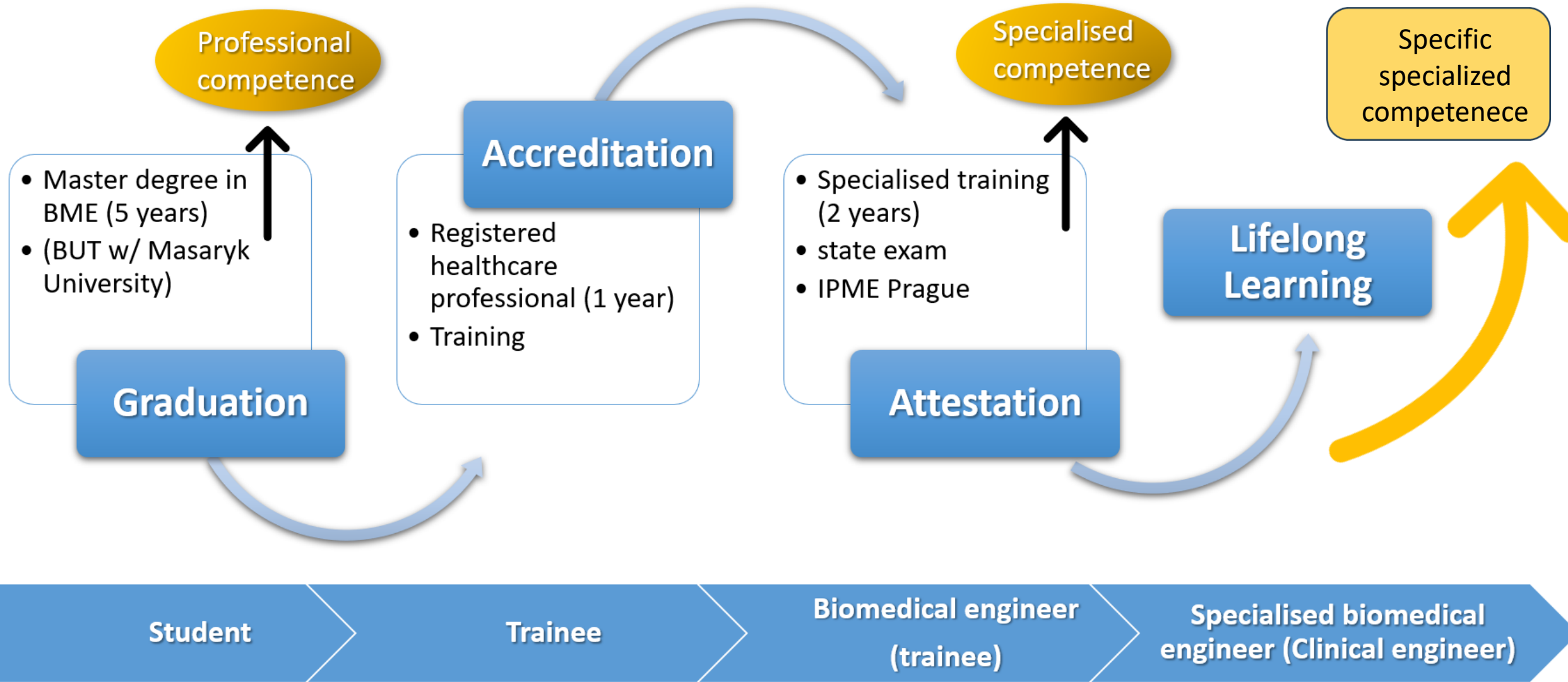
Studium a specializační vzdělávání



- Spojení technické (ČVUT, VUT, VŠB-TUO, TUL) a odpovídající lékařské fakulty - Bc., Ing.
- Zdravotnické povolání dle 96/2004 Sb., resp. 201/2017 Sb.
- Postgraduální vzdělávání – doktorské studium – technické i medicínské univerzity – Ph.D.
- Specializační vzdělávání v oboru klinické inženýrství – IPVZ
- Specializované kurzy, mezinárodní certifikace, mezinárodní konference – ESC, AHA (získání licence, kompetence)
- Pracovní skupina KardioTech – biomedicínští inženýři v kardiologické praxi - ČKS



Education and training process of BME in Czech republic healthcare system :





Invazivní elektrofyzilogická laboratoř

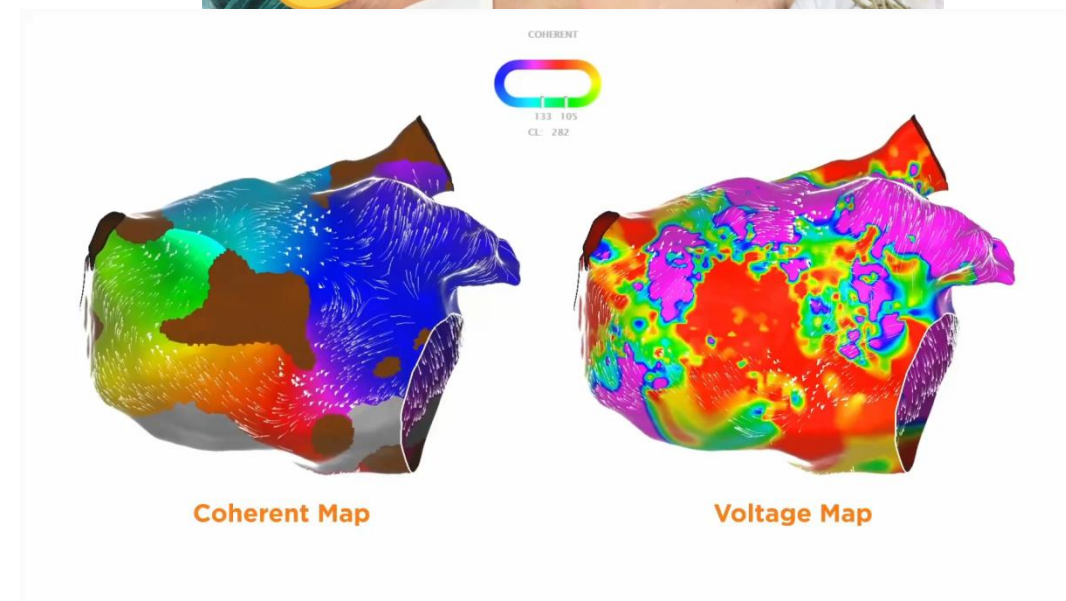
- Zabezpečení laboratoře po technické stránce
- Obsluha zařízení laboratoře
- Provádění intrakardiální echokardiografie (FNB)



Implantační sál

- EP systém – akvizice, měření, vyhodnocení
- Programace CIED
- Follow ups CIED

<https://www.bostonscientific.com/>
BIOTRONIK | Biotronik



Invazivní a intervenční kardiologie



- Provádění měření a vyhodnocení komplexních PCI
- Práce s doplňkovými zobrazovacími metodami jako OCT, IVUS, NIRS
- 3D tisk od A do Z pro přesnější plánování výkonů (LAAO)
- Kardiosim – Kardiovaskulární simulační centrum
 - Postgraduální výuka lékařů v oboru interv. kardiologie v ČR
 - BMI - výukové materiály, vzdělávací akce pro studenty a lékaře, údržba simulátoru a další



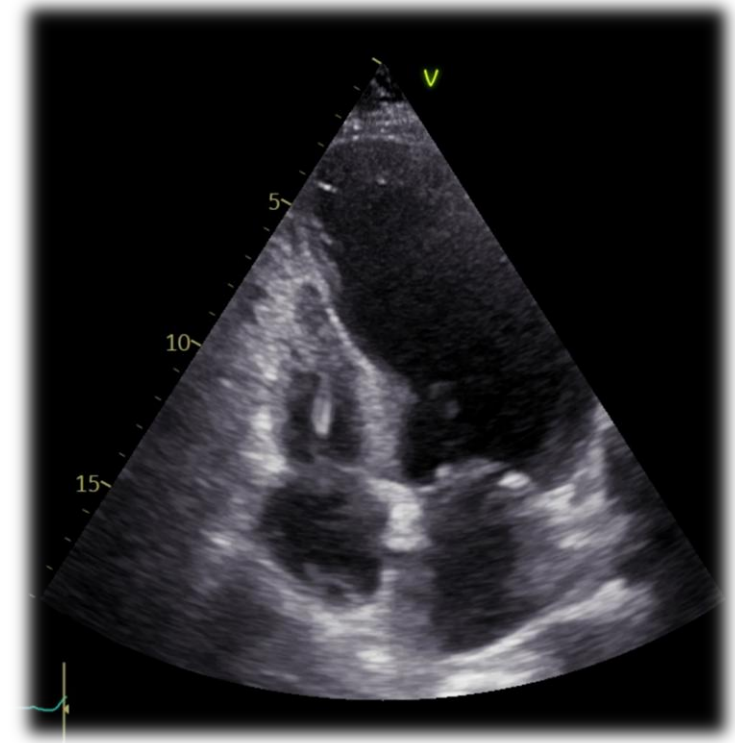
kardiosim.cz



NIKA - Transthorakální echokardiografie (TTE)



- Rostoucí trend začleňování BMI do týmů pracovišť neinvazivní kardiologie
- Na naší klinice začínají BMI provádět TTE v běžném provozu (pod dohledem, režim jako lék. v přípravě)
- Interpretace echokardiografických dat, nález
- Kombinace technických a medicínských znalostí
- Mezioborový přístup k vybavení NIKA



Telemedicína v kardiologii



...BMI jako vývojář i mediátor

Monitorování srdečního rytmu

- hodnocení EKG, vyvoj a implementace algoritmů AI

Telemedicínská kontrola CIED

- Denní kontroly alarmů a hlášení
- Minimalizace komplikací z arytmiologických příčin či z technického selhání

Sledování pacientů se srdečním selháním

- Parametry z různých zařízení – CIED, chytré hodinky, váhy, tlakoměry...



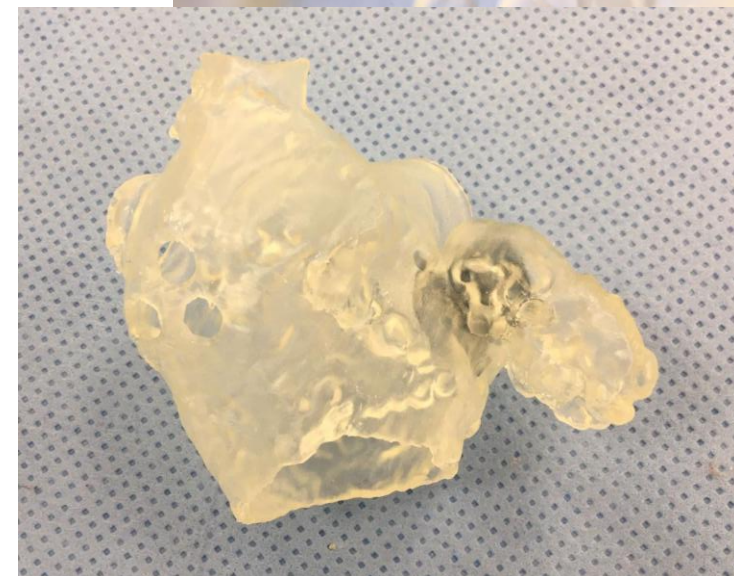
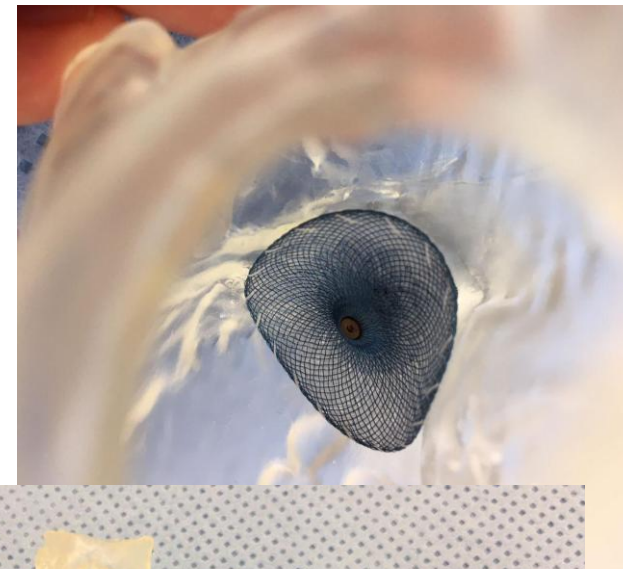
<https://www.cardion.cz/merlinhome-transmitter>

<https://www.garmin.com/en-US/garmin-technology/health-science/ecg/>



...Fyzické modely na základě digitálních dat z CT

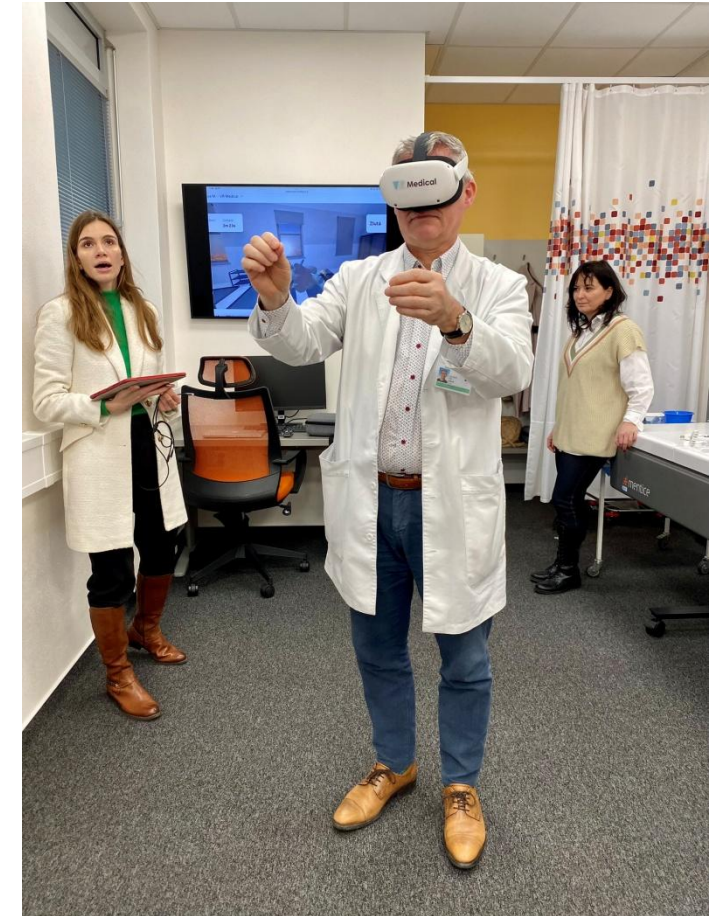
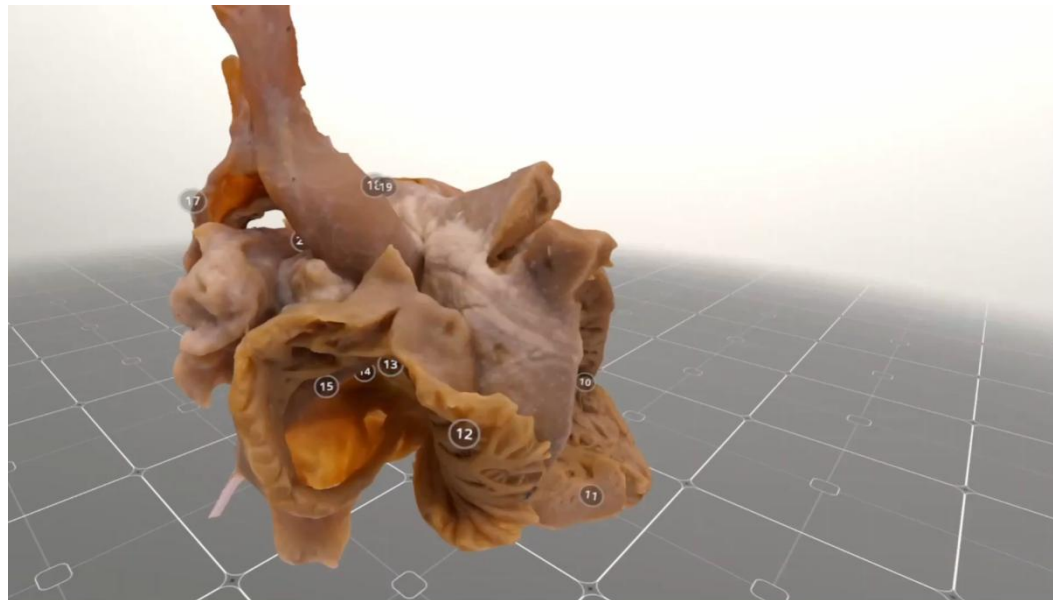
- Od segmentace surových 3D dat po samotný 3D tisk
- Detailní analýza složitých anatomických struktur
- Pomoc při plánování náročných výkonů, pac. edukace
- Využití 3D tisku ve výzkumu, vývoji a vzdělání
- FN Brno s firmou Prusa Research, a.s.: Centrum inovací
- (3D tisk, AI, AR) - iniciace dr. Pospíšil, prof. Kala



Rozšířená realita v kardiologii



- ... **Augmentovaná, virtuální a smíšená realita**
- Segmentace, vývoj aplikací, medicínsky korektní práce s daty
- Plánování výkonů
- Distanční kooperace
- Výuka



Věda a výzkum

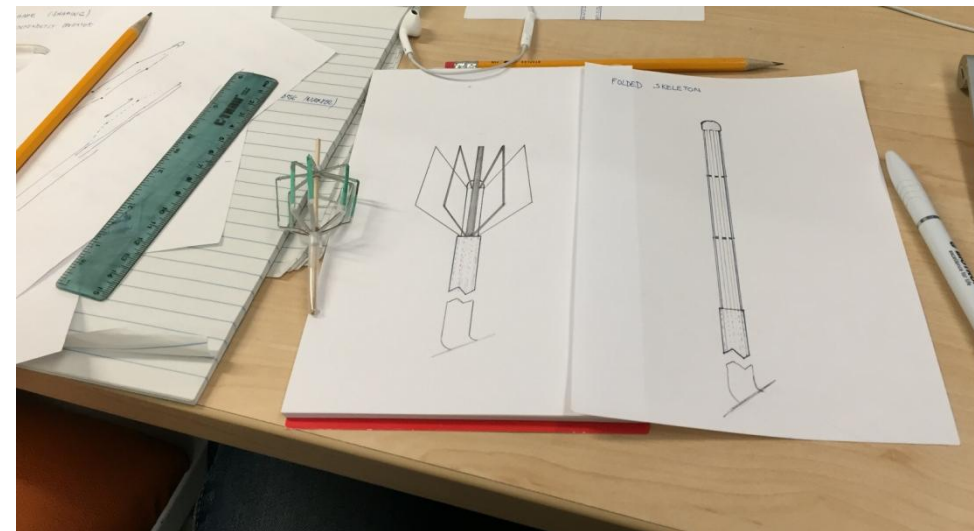
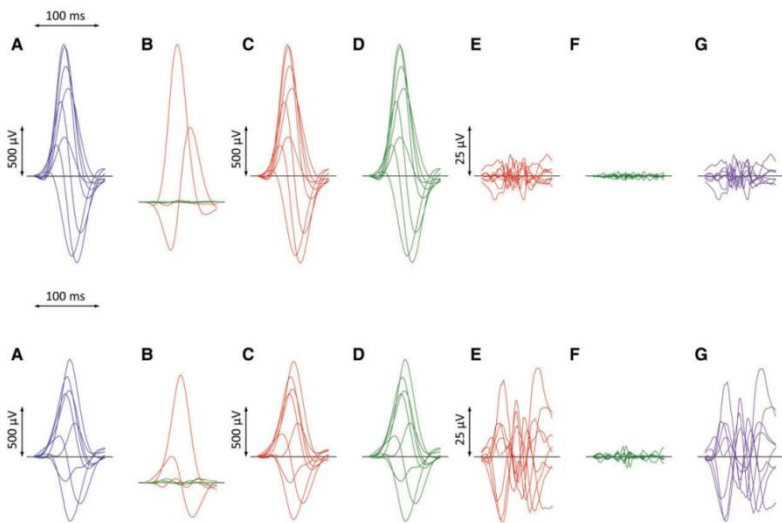
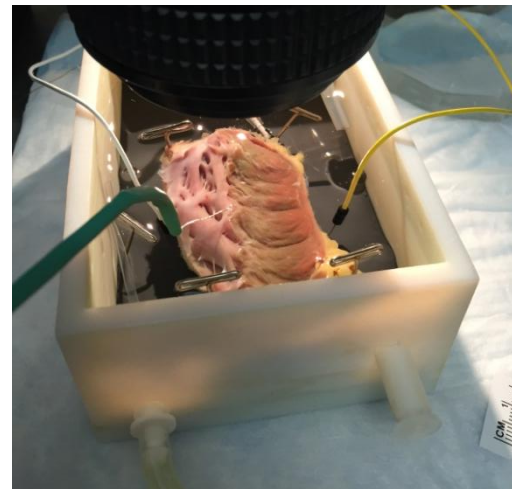


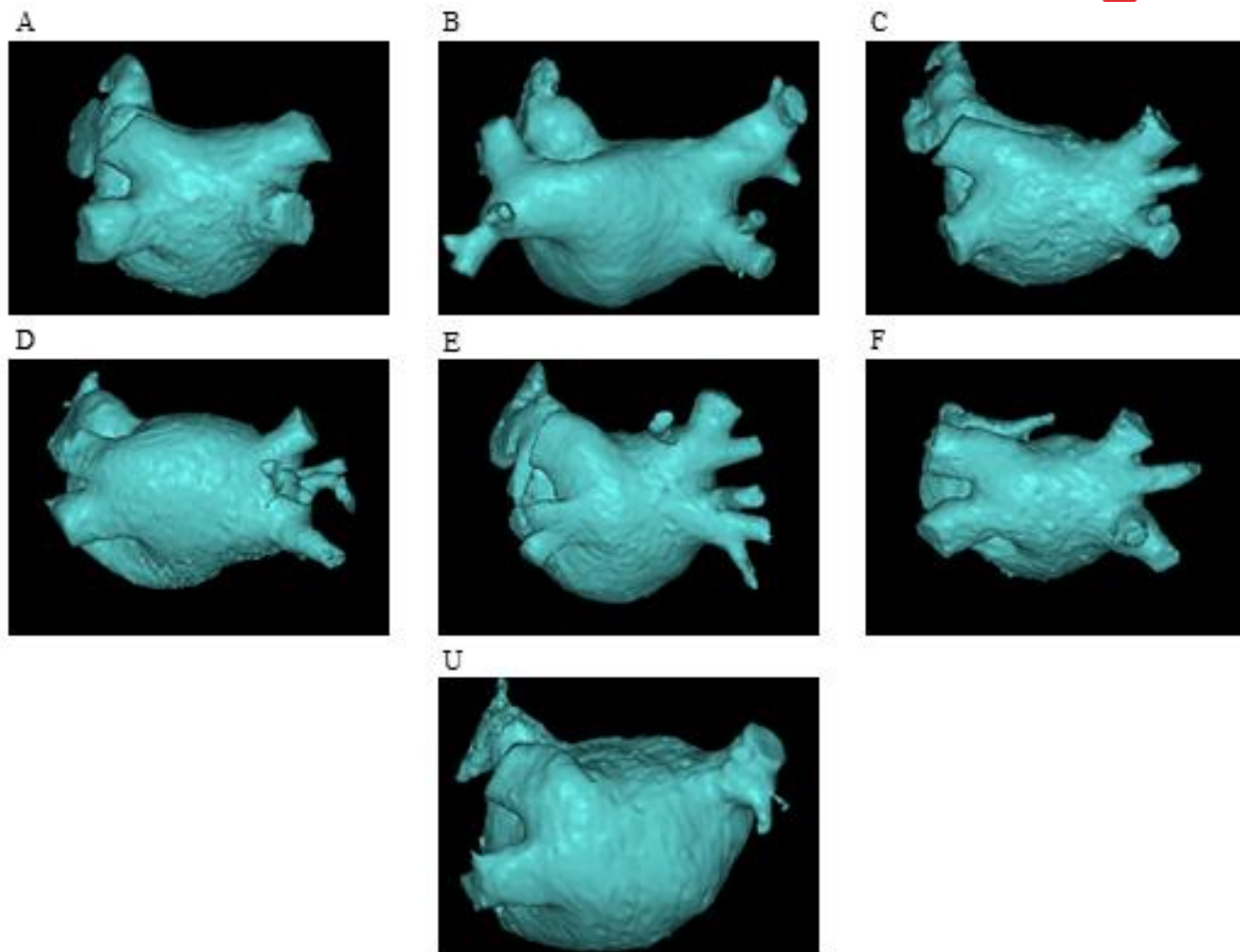
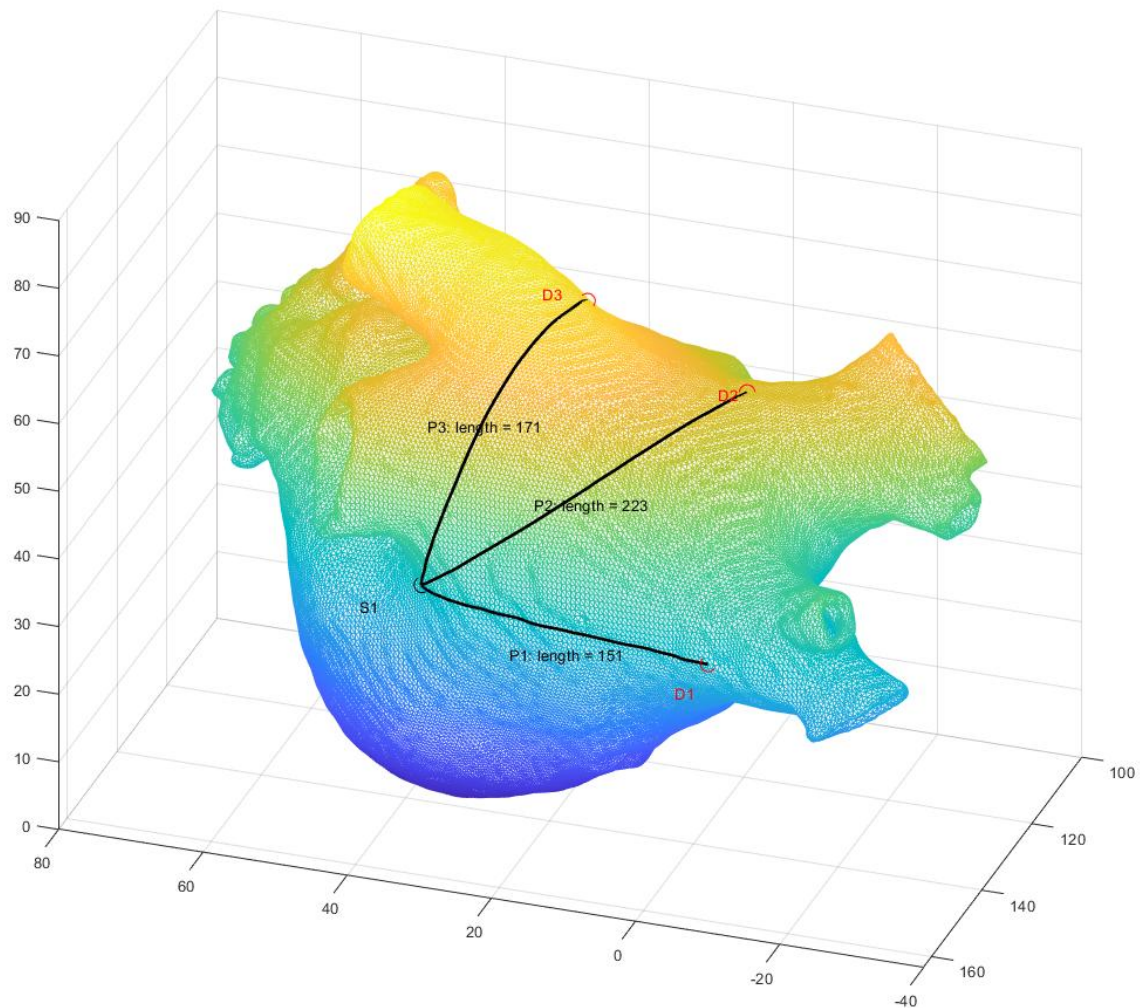
- Běžné a velmi efektivní zapojení BMI do procesů

Úzká spolupráce na IKK FN Brno:

prof. Malik (Imperial College, London, UK),

prof. Efimov (Northwestern University, Chicago, USA)





Centrum inovací FN Brno – ale i obecně



Zlepšení **kvality** péče

Ekonomická **udržitelnost**

Efektivnější provoz



.centrum+
inovaci
FAKULTNÍ NEMOCNICE BRNO

Budování **reputace**

Vyšší **spokojenost** pacientů i personálu

Získání **konkurenční výhody**



Další odvětví



IKK: Vývoj specializovaného KIS

Integrace procesů napříč klinikou

- Moduly pro pracoviště ECHO
- Propojení s AMIS, laboratořemi
- Propojení se systémy třetích stran
- Automatické generování statistik
- Autom. gen. dávek do registrů
- Kalendáře, objednávání, sdílení

Výhody in-house řešení

Admin
Nastavení účtu

Seznam pacientů

Objednávky

Kalendář objednávek

Seznam výkonů

Pojíšťovna

Seznam uživatelů

Ostatní seznamy

Historie změn

Nastavení účtu

O programu

Odhlásit se

Minimalizovat

Leden 2025

Pracoviště: Vše Přidat událost

Po	Út	St	Čt	Pá	So	Ne
30	31	1 test jméno test-uprav	2 9707224216 test	3 nedávat FARA (nebude ARO)	4 nedávat FARA (nebude ARO)	5
6 Fiala Antonin Synková Ilona Andrejčíková Olga Vrba Michal Vebrová Irena	7 Havlík Zdeněk Shemshur Volodymyr Nikolov Štěpán Matoušek Hynek Mikulec Pavel	8 Chlup Miloš Hornáková Ludmila Nejedly Jaromír Březnová Zdena Kellner Jiří	9 Klimes Radek Sedláček Milan Kelpa Svatoopluk Zemský Stanislav Zbořil Pavel	10 Studený Josef Musilová Danuše Stehlik Václav Ambrož Pavel Kovář Miroslav	11	12
13 Bilek Ivo Dubský Frant. Horváthová Iveta Hattab Abdeljabr 1964 Horta Vilém	14 příprava sálů na FFR worksh příprava sálů na FFR worksh Horáková Miluše Konečný Tomáš Horvath Pavol	15 Václavík Jiří Konečný Otakar FFR workshop FFR workshop FFR workshop	16 Cmár Jan Vinklárěk Jiří Kutálek Alois Kuběnová Marie Hašková Irena	17 Kubšňová Jirina 55 parox TN možná nebude Kladivo Miroslav FARA reFS Kratochvíl René. 1974. parox	18	19
20 Kabelková Marie Peterka Michal Janoušková Marie Polehlová Jana Pokorný Josef	21 test Šníd Jiří Nováček Petr Kováříková Zdenka Puková Jana	22 CTO Kučera Jan Floryan Vladimír LK nebude (celý týden)	23 Zvolánek Martin Neradová Pavlína TN nebude LK nebude (celý týden)	24 TN nebude LK nebude (celý týden) Bahušková Iva. 1962. fysi	25 LK nebude (celý týden)	26
27 Přerovský Alois Fabianková Marcela CTO CTO	28 Bártová Renata CTO Hodonský Petr 1943 typ. flutte Hrůza Radek *1968, AVRT (lev	29 Dlouhá Miroslava Beňo Jiří vrána Pavel, 1963, fysi+kont Pliška Stanislav, 1969, fysi	30 Šebková Nikola Duchon David	31 Obstova Ludmila, 1946, fysi Šmerda Michal, 1976, fysi Kubšánek Miroslav, 1956, fysi +	1	2

Počty povolání BMI a BMT v ČR



Kraj	BMI (§ 27)	BMT (§ 20)	Celkový součet	Počet obyvatel
Hlavní město Praha	132,92	30,58	163,50	1 275 406
Středočeský kraj	11,75	1,11	12,86	1 386 824
Jihočeský kraj	10,44	1,00	11,44	637 047
Plzeňský kraj	16,09	3,72	19,81	578 707
Karlovarský kraj	0,00	1,02	1,02	253 210
Ústecký kraj	4,45	3,05	7,50	798 898
Liberecký kraj	34,18	2,67	36,85	437 570
Královéhradecký kraj	14,09	6,00	20,09	542 583
Pardubický kraj	2,33	3,38	5,71	514 518
Kraj Vysočina	21,08	2,00	23,08	504 025
Jihomoravský kraj	52,54	10,77	63,31	1 184 568
Olomoucký kraj	13,88	7,37	21,25	634 718
Zlínský kraj	9,23	2,02	11,25	572 432
Moravskoslezský kraj	37,47	29,23	66,70	1 177 989

Zdroj: Výkazy E201, E301, E401 do roku 2023 s validací podle NRHZS, stav k datu 31. 12. 2023

Data: Poskytnuta k veřejnému publikování na základě oficiální žádosti ČSBMILI ČLS JEP v prosinci 2024 na ÚZIS

Vývoj počtu povolání BMI v krajích



Vývoj - biomedicínský inženýr (§ 27)	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Hlavní město Praha	117,5	125,1	131,6	128,8	131,8	132,9
Jihočeský kraj	5,7	6,0	6,0	6,6	7,2	10,4
Jihomoravský kraj	38,4	40,9	44,7	44,5	47,0	52,5
Karlovarský kraj	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kraj Vysočina	12,7	11,9	11,5	11,9	16,2	21,1
Královéhradecký kraj	8,4	9,3	11,6	11,4	12,0	14,1
Liberecký kraj	26,5	25,7	28,5	28,5	35,3	34,2
Moravskoslezský kraj	19,2	19,0	20,5	26,0	30,4	37,5
Olomoucký kraj	10,8	12,6	12,3	14,9	14,3	13,9
Pardubický kraj	1,0	1,9	2,1	2,0	1,6	2,3
Plzeňský kraj	14,7	14,0	15,2	18,6	18,9	16,1
Středočeský kraj	11,0	13,0	14,4	12,0	11,8	11,8
Ústecký kraj	4,7	4,6	4,8	12,9	5,4	4,4
Zlínský kraj	11,4	10,5	11,7	12,9	9,6	9,2
Celkový součet	282,1	294,7	314,9	331,1	341,4	360,5

Zdroj: Výkazy E201, E301, E401 do roku 2023 s validací podle NRHZS, stav k datu 31. 12. 2023

Data: Poskytnuta k veřejnému publikování na základě oficiální žádosti ČSBMILI ČLS JEP v prosinci 2024 na ÚZIS

Zařazení BMI / BMT v zařízeních dle typu



Druh zařízení	BMI (§ 27)	BMT (§ 20)	Celkový součet
Další zařízení hygienické služby	1,0		1,0
Fakultní nemocnice	178,3	32,9	211,1
Léčebna pro dlouhodobě nemocné (LDN)		1,0	1,0
Nemocnice	155,7	49,4	205,1
Odběr krevní plazmy	0,1		0,1
Ostatní zdravotnická zařízení		0,2	0,2
Poskytovatel amb. služeb (do 5 oborů)	1,8		1,8
Poskytovatel amb. služeb (nad 5 oborů)	6,9	1,1	8,0
Psychiatrická léčebna	1,5		1,5
Samostatná odborná laboratoř		1,3	1,3
Samostatná ordinace lékaře specialisty	5,8	11,0	16,8
Samostatné zařízení nelékaře - jiné	1,0		1,0
Specializovaná nemocnice	6,1	6,1	12,2
Státní zdravotní ústav	1,3		1,3
Výdejna zdravotnických prostředků		1,0	1,0
Zdravotnická zachranná služba	1,0		1,0
Celkový součet	360,5	103,9	464,4

Zdroj: Výkazy E201, E301, E401 do roku 2023 s validací podle NRHZS, stav k datu 31. 12. 2023

Data: Poskytnuta k veřejnému publikování na základě oficiální žádosti ČSBMILI ČLS JEP v prosinci 2024 na ÚZIS

Platové/mzdové podmínky



- V současnosti BMI v platových tabulkách pro NLZP
- BMI nejčastěji v platové třídě 13, po atestační zkoušce ve třídě 14
- Plat bývá navýšen o příplatky, osobní ohodnocení, stipendia, výzkumná podpora, spolupráce s průmyslovým sektorem...
- Ideálně vytvoření samostatné platové tabulky pro vysoce specializované a odborné zdravotnické profese (BMI, klinická psychologie, klinická biochemie a další)
- Spravedlivé a motivující ohodnocení BMI odpovídající jejich klíčové roli a vzrůstající odpovědnosti v moderním zdravotnictví



- **Personalizovaná medicína**

prediktivní modely = AI, genetika, EKG – odhad rizik

farmakogenomika = léčba na míru dle genetiky a metabolismu

- **AI a DML**

automatická analýza EKG, MRI, CT, ECHO = rychlost, konzistence, unifikace

decision support systémy = podpora pro rozhodování u komplexních pac.

detekce arytmií v reálném čase = nositelná elektronika a CIED

- **Nositelné a implantabilní technologie**

chytré hodinky, náplasti, mikročipy = kont. Monitorace TK, EKG, HRV

pokročilé implantáty = ICD, CRT, LVAD s kontinuální vzdálenou správou

Trends in Cardiovascular Engineering and Its Advances.
DOI: [10.36647/TBEAH/03.02.A001](https://doi.org/10.36647/TBEAH/03.02.A001)





- **Tkáňové inženýrství a regenerativní medicína**

3D biotisk cév a srdeční tkáně = experimentální výzkum po ischemiích
Stimulace regenerace = pomocí biomateriálů, kmenových buněk

- **XR, VR, MR, DTW**

plánování operací = už dobře známe
trénink lékařů a BMI = simulace
digitální dvojčata = modelování vlivu různých strategií

- **Optimalizace logistiky a dostupnosti péče**

Telemedicína a domácí monitoring kardiaků
Sledování adherence léčbě

Advancements in tissue engineering for cardiovascular health: a biomedical engineering perspective DOI: [10.3389/fbioe.2024.1385124](https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1385124)



Co nás brzdí



- **Neochota investic do nestandardní agendy**
- **Regulace a certifikace nových technologií**
- **Integrace / dostupnost dat z NIS**
- **Vytěžování a validace kvant dat – kvalita – AI?**
- **Etické otázky spojené s rozhodováním založeným na algoritmech**
- **Důvěra společnosti v pokročilé technologie do kterých „nevidí“**



Regulace



Integrace dat



Kvalita dat

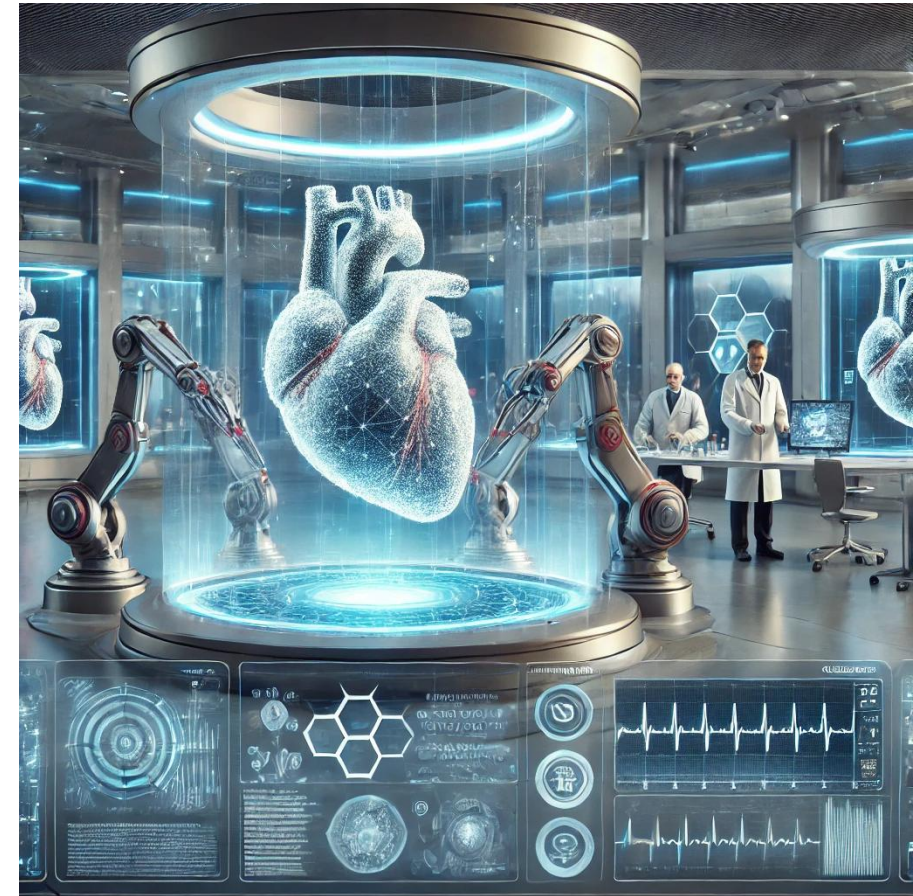


Etické otázky

Závěrem – výzvy – budoucnost



- BMI jsou a **BUDOU** nenahraditelnou součástí moderní kardiologie
- Znalosti a dovednosti v oblasti techniky, technologií, medicíny a vědy, vysoká přidaná hodnota
- Role BMI ve zdravotnictví bude posilovat - technizace
- Zvýšení pravomocí v klinické praxi:
 - Potřeba – management CIED, USG, AI, AR...
 - Cesta – přijmutí faktu, progresivita, vzdělání IPVZ
 - Důsledky – efektivita, profesionalita, pac. outcome





BMI team
IKK FN Brno
a
LF MU





**INTERNÍ
KARDIOLOGICKÁ
KLINIKA** FN BRNO a LF MU

DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST

PŘEJI HEZKÝ DEN.

Podpořeno MZ ČR – RVO (FNBr, 65269705)

pospisil.david@fnbrno.cz / [linkedin.com/in/davelegato](https://www.linkedin.com/in/davelegato)

