



Ústav hematologie a krevní transfuze



Biomedicínský inženýr v praxi

XV. Konference AKUTNĚ.CZ
25.11.2023 v Praze

Ing. Martin Mayer, Ph.D., MHA
ÚHKT, ČSBMILI ČLS JEP

Ing. Martin Mayer, Ph.D., MHA

- Magisterské vzdělání: Ing., obor Biokybernetika
- Doktorské vzdělání: Ph.D. Dynamika intrakraniálního tlaku při kraniocerebrálním poranění., Katedra anatomie a biomechaniky UK Praha
- Atestace: Biomedicínská kybernetika, ILF nyní IPVZ Praha
- MHA: Vznik HTA agentury v ČR

- Praxe: NNH Praha 22 let, KFSH&RC Riyadh 13 měsíců, ÚHKT Praha 10 let

- Výuka: odb. as. 1LF UK Praha
odb. as. FBMI ČVUT Praha

- Další činnosti: místopředseda ČSBMILI ČLS JEP, místopředseda PK MZ ČR, auditor a konzultant SAK, posudková, konzultační, auditní nebo expertní činnost pro MZ, CRR MMR, MPO, ČRA MZV, ÚZIS, ČMI medical.

Biomedicínské inženýrství „definice“

- **Biomedicínské inženýrství představuje aplikaci inženýrských postupů v medicíně a biologii.** Diagnosticky zaměřená část biomedicínského inženýrství využívá chemické a fyzikální principy inženýrských oborů k měření projevů biologických systémů, tyto informace zpracovává pro maximální výtěžnost diagnostických informací. Terapeutická část biomedicínského inženýrství pak využívá inženýrských postupů v konstrukci přístrojů nahrazujících či podporujících funkci orgánů a v konstrukci terapeutických přístrojů...

(Zdroj: [Biomedicínské inženýrství – Wikipedie \(wikipedia.org\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Biomedicínské_inženýrství))

- Absolventi studijního programu s kvalifikací biomedicínského inženýra budou schopni v rámci zdravotnických zařízení **obsluhovat, kontrolovat a udržovat diagnostickou a terapeutickou přístrojovou technikou a její software, včetně asistence lékaři při vyšetřování pacientů.** Budou schopni zabezpečovat činnosti spojené s evidencí a provozem zdravotnické techniky,...

(Zdroj: [Bakalářské a magisterské studium | Fakulta biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze \(cvut.cz\)](https://www.cvut.cz/biomedicinske-inzenyrstvi))

- **Zákon 96/2004 Sb.**

- **§ 27 Odborná způsobilost k výkonu povolání biomedicínského inženýra**

(2) Do doby získání specializované způsobilosti biomedicínský inženýr pracuje u poskytovatele zdravotních služeb pod odborným dohledem pracovníka způsobilého k výkonu povolání bez odborného dohledu, z toho prvních 6 měsíců pod jeho přímým vedením.

(3) Za výkon povolání biomedicínského inženýra se považuje činnost v rámci diagnostické a léčebné péče ve spolupráci s lékařem.

Biomedicínský inženýr získá absolvováním vzdělávacího programu specializovanou způsobilost Klinický inženýr a bude registrován Ministerstvem zdravotnictví ČR v seznamu zdravotnických pracovníků oprávněných vykonávat odborné činnosti v oboru své specializace samostatně, bez odborného dohledu. Za výkon povolání klinického inženýra se považují činnosti uvedené ve vyhlášce č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků, v platném znění.

Klinický inženýr - činnosti uvedené ve vyhlášce č. 55/2011 Sb., o činnostech zdravotnických pracovníků

- Biomedicínský inženýr se specializovanou způsobilostí – Klinický inženýr

§ 144 a § 151

- Činnosti biomedicínského inženýra se specializovanou způsobilostí
- (1) Biomedicínský inženýr uvedený v § 150 a 151 po získání specializované způsobilosti bez odborného dohledu vykonává činnosti podle § 28 v oboru své specializace. Přitom vykonává činnosti podle § 115 a dále zejména může
 - a) identifikovat činnosti vyžadující změnu v postupu, provádět analýzou zaměřenou na odhalení příčin nedostatků v oboru specializace, provádět výzkum, vývoj a zhotovení zdravotnických prostředků nebo jejich doplňků,
 - b) vytvářet podmínky pro aplikaci výsledků výzkumu do klinické praxe na vlastním pracovišti i v rámci oboru, provádět činnosti spojené s klinickým hodnocením zdravotnických prostředků podle jiného právního předpisu¹³⁾,
 - c) vést specializační vzdělávání v oboru své specializace,
 - d) vypracovávat standardy specializovaných postupů v rozsahu své způsobilosti.
- (2) V případě, že zdravotnický prostředek, na němž biomedicínský inženýr se specializovanou způsobilostí vykonává činnosti podle odstavce 1, je radiologickým zařízením, vykonává tyto činnosti ve spolupráci s klinickým radiologickým fyzikem.

Biomedicínské inženýrství „v praxi“

- Zajištění a provádění oprav, kontrol, instruktáží
 - Administrativní správa techniky, nákup a výběr, správa databází atd.
 - Asistence při vyšetřeních a při ostatním používání zdravotnické a laboratorní techniky
 - a mnoho dalšího...
-
- **Multidisciplinární obor** – spolupráce a propojení napříč profesemi v ZZ i mimo něj
 - Lékaři
 - Zdravotní sestry a ostatní ošetrovatelský personál
 - Laboranti
 - Ostatní zdravotnický personál
 - Administrativní pracovníci (obchod, veřejné zakázky, správní odd. apod.)
 - IT oddělení a další techničtí pracovníci
 - Oddělení provozu a údržby (údržbáři, elektrikáři, výstavba atd.)
 - a mnozí další...



Klinické inženýrství současný stav

- Kardiologická elektrofyzologie
- Perfuzologie
- Kardiologický UZ – měření a příprava pro popis lékařem
- Navigační systém v neurochirurgii i dalších oborech
- Autotransfuze pro cévní a kardiochirurgické oddělení
- Kalibrace přístrojů pro anestézii a intenzivní medicíně
- Obsluha a nastavení (kalibrace, validace, servis) dalších klinických a laboratorních přístrojů.
- Robotické systémy chirurgické, laboratorní nebo rehabilitační.

Klinické inženýrství možný budoucí stav

Možné rozšíření spektra činností zejména:

- Respirační terapeuti včetně Home care využití
- Navigační systémy v dalších oborech
- Rehabilitační technika a robotické pomůcky jako náhrady končetin
- Laboratorní technici
- Technici v zobrazovacích metodách
- Telemetrie
- AI...

BMI v klinické praxi

Kardiologie, arytmologie

- Práce na kardiostimulačních a elektrofyziologických sálech
 - Peroperační měření parametrů (elektrod)
 - Programování a optimalizace nastavení kardiostimulátorů a ICD
 - Asistence při radiofrekvenčních ablacích
 - Elektrofyziologická vyšetření
 - Asistence při zapojování IABK
 - Kontroly a nastavování parametrů kardiostimulátorů
 - Stahování a zpracování dat z holterů
 - Snímání (asistence při vyšetření) EKG
 - A další...



BMI v klinické praxi

ECHO kardiologie, zobrazovací metody (UZV)

- Asistence při vyšetřeních a práce s přístrojovou technikou
- Ovládání, nastavování specializovaného diagnostického SW
- Provádění/asistence samotných vyšetření (ECHO) pod lékařskou supervizí
- Správa a zpracování klinických dat



BMI v klinické praxi

Hemoperfuzní a dialyzační technika

- Asistence během terapií, léčby, dárcovských odběrů
- Nastavování přístrojů a jejich obsluha, řešení problémů během terapií
 - Dialyzační technika, separátory krevních složek, přístroje na odběry plné krve atd.
- Další nastavování přístrojů a validace/změny procesů během zpracování krve



BMI v klinické praxi

Intenzivní péče (ARO, JIP, OS)

- Asistence při používání a zavádění přístrojové techniky a její obsluha
 - Monitorace vitálních funkcí, infuzní technika, kyslíková a jiná plynová terapie, plicní ventilátory, narkotizační ventilátor, cell saver, mimotělní oběh, balonková kontrapulzace....
- Opravy a nastavování přístrojové techniky
 - Nutná práce přímo s/na pacientovi



BMI v klinické praxi

Audiologie

- Nastavování a kontrola kochleárních implantátů

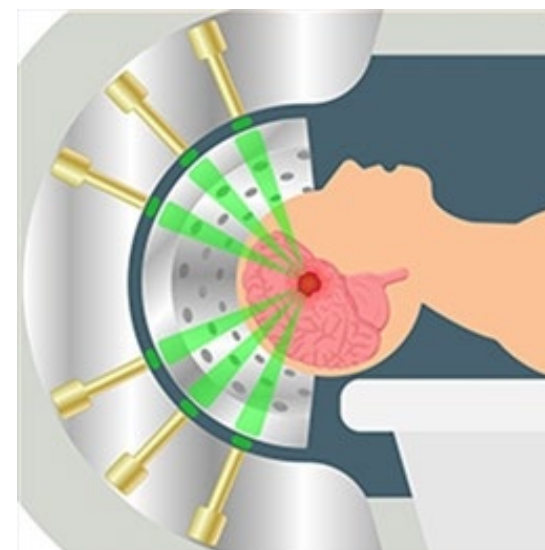


Měření OCT

- Optická koherentní tomografie
- Obsluha přístroje
- Asistence během vyšetření pacienta

Ozařovače, Lineární urychlovače, Cyberknife apod.

- Asistence při vyšetření,
- Nastavování parametrů, obsluha
- Opravy, zajišťování servisu a komunikace s výrobcem atd.



BMI v klinické praxi

Operační sály, anesteziologie, perfuziologie

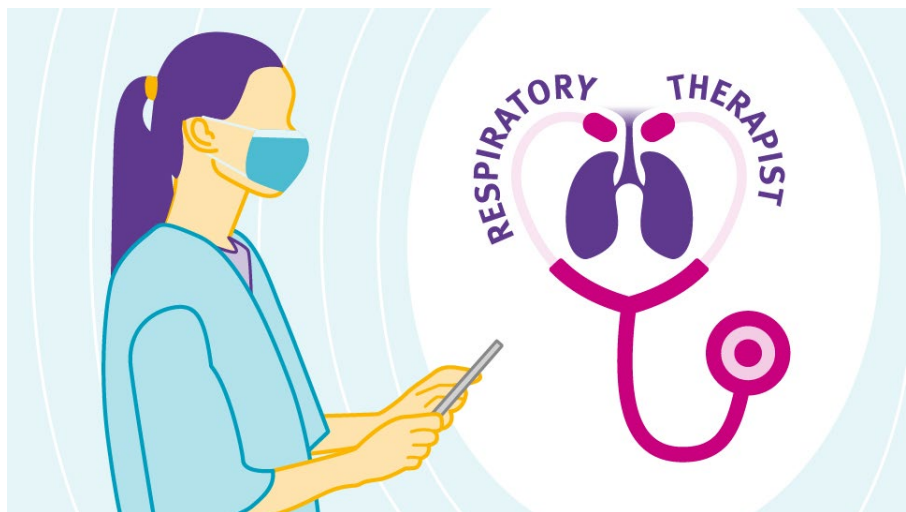
- Anesteziologické přístroje
 - Asistence během výkonu, změny nastavení, kalibrace, sterilizace a opravy
- Asistence při výkonech na operačních sálech
 - Dohled nad používanou technikou, asistence, nastavování, obsluha (cell saver, navigace, telemetrie...)
- Mímotělní oběhy – perfuziologie
 - Obsluha mímotělních oběhů (samostatný specializační obor)



BMI v klinické praxi

Intenzivní péče – respirační terapie

- Obsluha přístrojů a asistence během respirační péče
- Respirační terapie v USA – **Respirační terapeut**
 - Zaměstnání vyžadující registraci
 - Počet respiračních terapeutů 135 800 (sester 3,17 mil.; lékařů 816 900)
 - Předpoklad 14% růstu zaměstnanců do roku 2031



(Zdroj: U.S. Department of Labor - <https://www.bls.gov/ooh/healthcare/respiratory-therapists.htm>)



Respirační terapie v ČR

- Počet RT roste mnohem rychleji než ostatní zdravotnická povolání, důvodem je zlepšující se zdravotní péče, sofistikované přístroje a stoupající průměrný věk
- RT v současné době vyučuje FBMI ČVUT Praha na Kladně
- V roce 2012 byl Akreditační komisí MZ schválen certifikovaný postgraduální kurz, který poskytuje ucelené vzdělání v oblasti respirační terapie, která zahrnuje zhodnocení stavu pacienta, léčbu a péči při umělé plicní ventilaci u poruch respiračního a kardiovaskulárního systému. Prvních 6 respiračních terapeutů mělo vzniknout v NNH, kteří podle osnov tohoto kurzu začali studovat. Bohužel ale kurz nebyl dokončen, protože došlo ke změně vedení nemocnice a odchodů mnoha zaměstnanců.

(Zdroj: U.S. Department of Labor - <https://www.bls.gov/ooh/healthcare/respiratory-therapists.htm>)

BMI v klinické praxi



Možnosti využití respiračních terapeutů

Jednotky intenzivní péče

Zaměření záchranáře

Home care

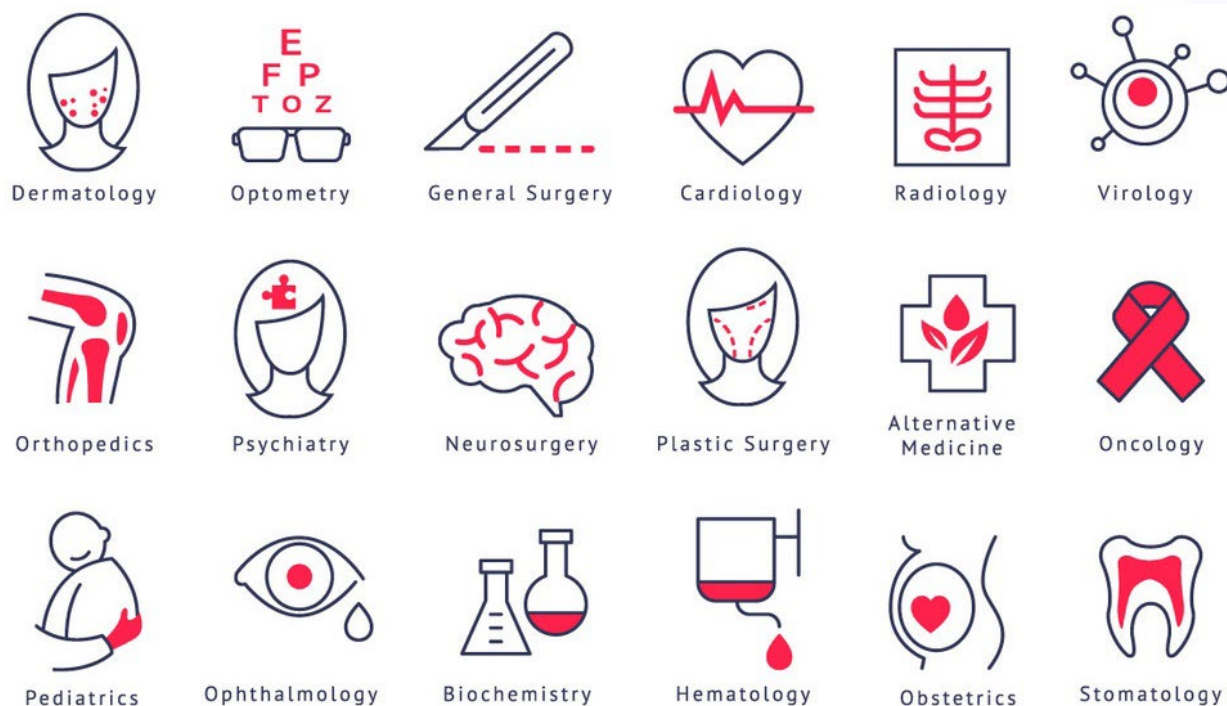
Ambulantní specialisté

(spirometrie, plicní rehabilitace, prevence...)



BMI jako multioborová spolupráce

- Propojení techniky a inženýrství v klinické praxi
- Spojení různých oborů napříč zdravotní péčí, protože BMI jsou medicínsky a technicky vzdělaní a jsou tedy lépe schopni najít stejný jazyk s humanitně vzdělanými sestrami a lékaři (asi lépe než ajťáci 😊)
- Je zde velký potenciál v zavádění nových věcí, jako je robotika, telemetrie nebo AI



Diagnostika: AI může být použita k analýze lékařských obrázků, jako jsou rentgeny, CT snímky a MRI, k identifikaci onemocnění. AI může být také použita k analýze patientských dat, jako jsou výsledky krevních testů a životní styl, k identifikaci rizikových faktorů pro onemocnění.

Léčba: AI může být použita k personalizaci léčby pacientů na základě jejich individuálních potřeb. AI může také být použita k vývoji nových léků a léčebných postupů.

Prevence: AI může být použita k predikci rizika vzniku onemocnění. AI může být také použita k vývoji preventivních programů, které pomohou lidem zůstat zdraví.

Správa: AI může být použita k automatizaci úkolů, jako je zpracování dat a dokumentace. AI může také být použita ke zlepšení komunikace mezi zdravotnickými pracovníky.

AI v medicíně

Zde jsou některé konkrétní příklady toho, jak se AI používá v medicíně:

Google AI vyvinul systém umělé inteligence, který dokáže správně identifikovat rakovinu prsu na mamografických snímcích s přesností 99 %.

Firma IBM vyvinula systém umělé inteligence, který dokáže předpovídat riziko vzniku infarktu myokardu s přesností 90 %.

Společnost Johnson & Johnson vyvinula umělou inteligenci, která pomáhá lékařům s plánováním operací.

AI má potenciál revolučním způsobem změnit medicínu. Může pomoci zlepšit přesnost diagnózy a léčby, snížit náklady na zdravotní péči a zlepšit kvalitu života pacientů.

Robotika v medicíně

V medicíně se používají různé druhy robotů, které se specializují na různé úkoly. Mezi nejčastější druhy patří:

Roboti pro chirurgické zákroky jsou zodpovědní za provádění operací. Mohou být využíváni k provádění přesných a opakovatelných zákroků, které by byly pro lidské chirurgy příliš nebezpečné nebo obtížné. Některé příklady chirurgických robotů zahrnují da Vinci Xi, ZEUS a ROSA.

Roboti pro rehabilitaci pomáhají pacientům po operacích nebo úrazech obnovit pohyblivost a sílu. Mohou být využíváni k provádění různých cvičení, která by byla pro pacienty obtížná nebo bolestivá provádět sami. Některé příklady rehabilitačních robotů zahrnují Lokomat, Gait Trainer a Armeo Spring.

Roboti pro diagnostiku pomáhají lékařům diagnostikovat nemoci a zranění. Mohou být využíváni k provádění různých testů a vyšetření, která by byla pro lékaře obtížná nebo časově náročná provádět ručně. Některé příklady diagnostických robotů zahrnují Watson for Oncology, Intuitive Da Vinci Xi a Verily's Scout.

Robotika v medicíně

Roboti pro dodávku léků pomáhají lékařům dodávat léky do těla pacientů. Mohou být využíváni k provádění infuzí, podávání léků přes kůži nebo dodávání léků do konkrétních částí těla. Některé příklady robotů pro dodávku léků zahrnují Auris Health's Monarch Platform, Intuitive's Senhance Surgical System a MAKO Surgical's Mako Robotic-Arm Assisted Surgery.

Roboti pro péči o pacienty pomáhají personálu nemocnic a pečovatelských domů poskytovat péči o pacienty. Mohou být využíváni k provádění různých úkolů, jako je přesouvání pacientů, podávání jídla a pití nebo monitorování jejich stavu. Některé příklady robotů pro péči o pacienty zahrnují InTouch Health's Moxi, Medtronic's Mabu a Aethon's TUG.

Roboti pro ukládání biologických vzorků v tekutém/plynném dusíku. Například robot Ascion

Telemedicína v medicíně

Telemedicína je použití technologií k poskytování zdravotní péče na dálku. Telemetrie je jednou z hlavních technologií používaných v telemedicíně. Telemetrie umožňuje lékařům monitorovat pacienty na dálku pomocí přístrojů, které měří různé fyziologické údaje, jako je srdeční frekvence, krevní tlak, srdeční rytmus a hladina kyslíku v krvi.

Monitorování pacientů v domácím prostředí: Telemetrie se používá k monitorování pacientů v domácím prostředí, kteří jsou vystaveni riziku zdravotních komplikací. Například pacienti s chronickými onemocněními, jako je srdeční selhání nebo chronická obstrukční plicní nemoc (CHOPN), mohou používat telemetrii k monitorování svého stavu doma. To může lékařům pomoci včas zachytit jakékoli komplikace a zajistit, aby pacienti obdrželi včasnou péči.

Monitorování pacientů v nemocnici: Telemetrie se také používá k monitorování pacientů v nemocnici. Například pacienti po operaci nebo kteří jsou připojeni k ventilátoru mohou používat telemetrii k monitorování svého stavu. To může lékařům pomoci sledovat jejich pokrok a zajistit, aby byli v bezpečí.

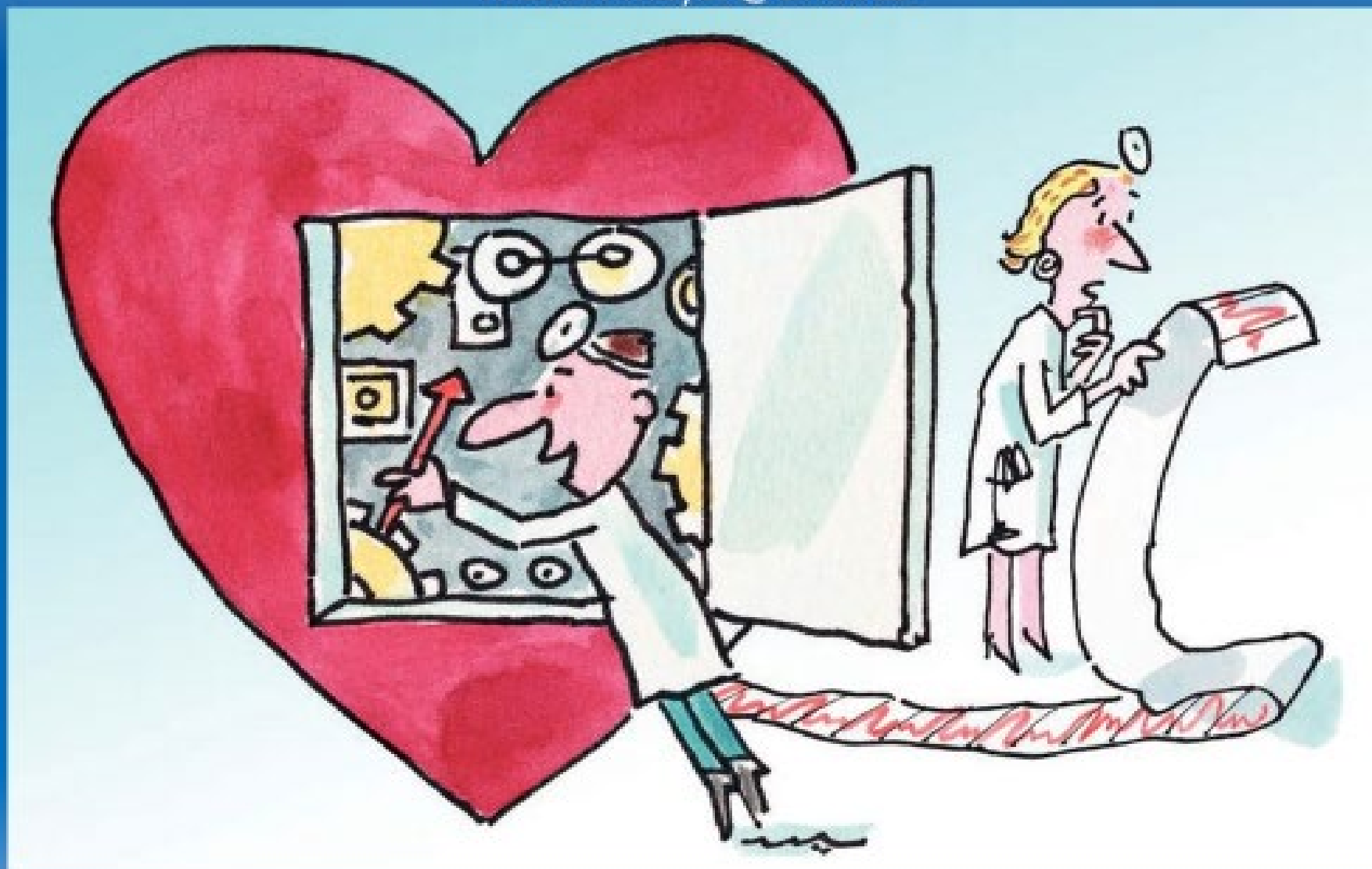
Telemedicína v medicíně

Telemedicína v terénu: Telemedicína se také používá v terénu k poskytování zdravotní péče lidem, kteří žijí v odlehlých oblastech nebo kteří nemají přístup k běžným lékařským službám. Například lékaři mohou používat telemetrii k monitorování pacientů v Africe nebo v jiných rozvojových zemích. To může pomoci zajistit, aby i ti, kteří žijí v odlehlých oblastech, měli přístup ke kvalitní zdravotní péči.

Telemedicína má potenciál zlepšit kvalitu zdravotní péče a učinit ji dostupnější. Telemetrie může pomoci lékařům monitorovat pacienty na dálku, což může vést k včasné diagnostice a léčbě onemocnění. Telemedicína může také pomoci poskytovat zdravotní péči lidem, kteří by jinak neměli přístup k běžným lékařským službám.

Děkuji za pozornost

martin.mayer@uhkt.cz



<http://www.oecd.org/els/health-systems/health-care-quality-reviews.htm>