

cesu bylo zakládání fakultních výzkumných nemocnic jako center technologicky pokročilé zdravotní péče.

S dramatickým vlivem technologií na zdravotní péči se inženýři začali aktivně podílet na mnoha lékařských projektech. To vedlo k rozvoji oboru biomedicínského inženýrství, který funguje jako integrační médium pro dvě dynamické oblasti – medicínu a inženýrství, a přináší nástroje (jako jsou biosenzory, biomateriály, zpracování signálů a umělá inteligence), které mohou zdravotničtí profesionálové využívat při výzkumu, diagnostice a léčbě (1).

Biomedicinští inženýři se tak stali relativně novými členy týmů zdravotní péče, kde přináší nová řešení pro složité problémy, s nimiž se moderní medicína potýká (2).

Historie biomedicínského inženýrství v kardiologii se píše již několik desetiletí a přirozeně se pojí s potřebou a rozvojem diagnostických a terapeutických metod využívajících jak stále pokročilejší přístupy, tak techniku a technologie. Ve srovnání s jinými inženýrskými disciplínami je však biomedicínské inženýrství relativně nové. Mnoho světově uznávaných autorit vstoupilo do oboru s tituly z jiných inženýrských oborů. Ať už se biomedicinští inženýři zabývají jakoukoliv subspecializací, vždy jde o spolupráci v týmech s lékaři, sestrami, techniky a dalšími, kteří se podílejí na medicínské praxi. Kromě vývoje technologií a aktivní práce s pacienty jsou velmi aktuální vědeckovýzkumné aktivity, kde se s rozvojem výpočetní techniky otevírá prostor pro sofistikované analýzy, modelace a vytěžování patientských dat. V kardiologii je tomu tak například u výzkumu elektrokardiogramu (EKG).

V tomto článku chceme poukázat na úzkou a stále neoddelitelnější symbiotickou vazbu tohoto oboru s medicínou a s lékařským personálem. Zdůrazňujeme klíčové role biomedicínských inženýrů a nabízíme pohled na profesní postavení a budoucí možnosti tohoto dynamického oboru. Publikace je určena lékařům, kteří jsou ne vždy dostatečně srozuměni s možnostmi a potenciálem biomedicínského inženýrství a možnými kompetencemi biomedicínských či klinických techniků a inženýrů, tak s jejich absolvovaným vzděláním – především s dobrým medicínským základem.

Dále pak může posloužit zájemcům o vzdělání v oboru biomedicínského inženýrství, odborné veřejnosti či managementu zdravotnických zařízení. Text shrnuje stěžejní oblasti, kde je využití biomedicínského inženýrství v kardiologii aktuální.

Těžiště diskutovaných povolání v prostředí českých nemocnic tvoří biomedicinští technici a inženýři, tedy technicko-medicínský vzdělání zdravotničtí profesionálové s úplným vysokoškolským vzděláním dle aktuálního znění zákona 96/2004 Sb., resp. 201/2017 Sb.

Co je to vlastně biomedicínské inženýrství?

Především interdisciplinární obor, aplikující inženýrské postupy v medicíně pro komplexní účely zdravotní péče zahrnující diagnostiku, terapii a jejich výzkum. Kromě slušného medicínského základu využívá znalosti prvků elektrotechniky, fyziky, strojírenství, biologie, chemie, materiálůvých věd, matematiky a počítačových věd. Obor je široký a nabízí mnoho specializací i mimo kardiologii, jako jsou například biomechanika, biomateriály, tkáňové inženýrství, genetické inženýrství, neuroinženýrství, farmaceutické inženýrství.

Biomedicinští inženýři se kromě zdravotnických zařízení uplatňují v akademické sféře, průmyslu, vládních organizacích, a jejich práce má stěžejní vliv na vývoj nových medicínských technologií a zařízení (3, 4).

Studium a specializační vzdělávání

V České republice existuje několik univerzit, kde lze studovat biomedicínské inženýrství. Mezi školy nabízející tento obor patří: České vysoké učení technické v Praze (5, 6), Vysoké učení technické v Brně (7), Technická univerzita Liberec (8), nebo Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (9). Tyto instituce poskytují kvalitní vzdělání v oblasti biomedicínského inženýrství, přičemž nabízejí různé specializace, které umožňují studentům zaměřit se na konkrétní oblasti, jako jsou lékařské přístroje, biomedicínská informatika nebo biokybernetika. Studium biomedicínského inženýrství je vždy vázáno jak na technickou univerzitu, tak na odpovídající lékařskou fakultu, kde se vyučuje medicínská část kurikula. Jako konkrétní příklad uvedme spojení

Ústavu biomedicínského inženýrství Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií Vysokého učení technického v Brně s Lékařskou fakultou Masarykovy univerzity. Studijní plán a struktura předmětů tak zahrnuje technické a medicínské předměty. Z technických předmětů studenti absolvují obecné předměty jako jsou matematika, fyzika, a dále pak předměty zaměřené na elektrotechniku. K takovým předmětům patří slaboproudá a silnoproudá elektrotechnika, elektrické systémy a měření, mikroprocesorová technika, algoritmy a programování a jiné.

Studenti získávají také velmi dobrý přehled v oblasti medicíny. Mezi obecné medicínské předměty patří anatomie, fyziologie a patofyziologie člověka, biochemie, molekulární biologie, radiologie a nukleární medicína, biofyzika, první pomoc, klinická medicína, zdravotnická etika, zdravotnická legislativa a právo, epidemiologické modely a další.

Spojení technických a medicínských znalostí pak umožňuje studentům orientovat se ve specializovaných předmětech, jako jsou bioinformatika, biostatistika, zpracování signálů a obrazů, umělá inteligence v medicíně, biosenzory či chemoinformatika (10, 11).

V praxi je možné setkat se s termíny biomedicínský technik, biomedicínský inženýr či klinický inženýr. Rozdíl mezi těmito třemi profesemi definuje Zákon č. 96/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů (201/2017 Sb.), konkrétně § 20 – Odborná způsobilost k výkonu povolání biomedicínské techniky, § 27 – Odborná způsobilost k výkonu povolání biomedicínského inženýra a § 57 – Specializační vzdělávání zdravotnických pracovníků způsobilých k výkonu zdravotnického povolání po získání odborné a specializované způsobilosti (12).

Biomedicínský inženýr, který se chce dále specializovat v kardiologii, má několik možností navazujícího vzdělávání. Jednou z takových možností je specializační vzdělávání v oboru klinické inženýrství. Toto vzdělávání je určeno inženýrům, kteří chtějí rozšířit své kompetence v oblasti zdravotnických technologií, včetně kardiologických zařízení. Specializační vzdělávání „Technická podpora v kardiologii, kardiochirurgie a cévní chirurgie“ je organizováno Institutem postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví a je zakončeno státní atestační zkouškou (13).