

FORGÁCS LAJOS

Az orvostechnikai (clinical engineering) oktatás története Magyarországon

Az orvostechnika (biomedical engineering) olyan interdiszciplináris, vagy multidiszciplináris tudományterület, amely alapvetően a természettudományos és műszaki tudományokra épít, de nem nélkülözheti az orvostudományok alapjainak ismeretét sem. Ezért az ezen a szakterületen dolgozó, avagy dolgozni kívánó szakembereknek speciális szaktudásra kell szert tenniük. Ennek elméleti alapjait adja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen és a Semmelweis Egyetemen közösen folytatott, mai nevén egészségügyi mérnökképzés; gyakorlati alapjait pedig az úgynevezett „klinikai mérnök”, (angolul: clinical engineering oktatás”) adja.

Az orvostechnikai („biomedical”) képzés, amely 1992 óta a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem (HIETE), majd a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Karán folyt, de előzményei még az 1970-es évekre nyúlnak vissza, a Kandó Kálmán Villamosipari Főiskolán történő ágazati képzéshez csatlakozik.

A cikk ezen képzések rövid történetét ismerteti, megemlítve ezek kialakításában jelentős szerepet játszó néhány személy nevét is.

Mottó: „Egy dolog van csak, ami drágább mint az oktatás, és ez a tudatlanság.”

(JOHN F. KENNEDY)

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK ÉS AZ ORVOSTUDOMÁNYOK EGYMÁSRA HATÁSA

A feljegyzések szerint egyszerű, kezdetleges mechanikai eszközöket (például: késeket, ollókat, fogókat, fúrókat, vésőket stb) már az időszámításunk (Krisztus születése) előtti évszázadokban is használtak gyógyítás céljaira mind Egyiptomban, mind Indiában, mind az ókori görögöknél. A különböző mechanikai, fizikai eszközök használatának elterjedése azonban csak a 17. századra, majd a 18. századra tehető, amikor ezeket már a betegségek felismerésére (azaz diagnosztikai célokra) is alkalmazták. Ilyenek voltak például a hőmérők (lázmérők), a sztetoszkóp, majd a 18. században már megjelent a vérnyomásmérő eszköz is. Az igazi áttörés az elektromosság megjelenésével és a röntgen-sugárzás felfedezésével a 19. század végén és a 20. század elején következett be. Ma már nélkülözhetetlenek a gyógyító munkában, az orvosi tevékenység során a legmodernebb orvostechnikai eszközök, mint a computertomográf (CT), a mágneses magrezonanciás készülék (MRI), a pozitronemissziós tomográf (PET), a különböző diagnosztikai és terápiás ultrahangos készülékek, az endoszkópok, sőt az orvosi robotok is.

Ezért az orvostudományok és a műszaki tudományok együttműködése révén a 20. század közepére, az 1950-es években kialakult egy újabb tudomány, angol elnevezésével: a „bioengineering” tudomány. Ennek magyar megfelelője: az „orvostechnika” szó.

Az orvostechnika olyan határterületi (interdiszciplináris), vagy több tudományterületet is át-fogó (multidiszciplináris) tudomány, melynek célja, hogy az orvostudomány által felvetett mérési (információszerzési) és gyógyászati problémákat a műszaki tudományok elvei, módszerei és ké-

szülékei segítségével oldja meg. Ma már sok részterületet is megkülönböztetnek ezen belül. Nagy általánosságban kétfajta felosztás lehetséges: az egyik az elméleti megközelítést és módszereket alkalmazó terület, ezt szokás „biomedical engineering”-nek is nevezni, míg a másik terület főleg a gyakorlati alkalmazások területe, ez a „clinical engineering”. Ez utóbbira is többfajta értelmezés lehetséges. Röviden megfogalmazva: a klinikai mérnökség („clinical engineering”) az orvostech-
nikai ismereteknek a klinikai környezetben belüli alkalmazásával foglalkozik az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése érdekében. A klinikai környezet itt most elsősorban a közvetlenül a betegek körüli, vagy azok érdekében kifejtett tevékenységeket jelenti.

AZ ORVOSTECHNIKA NEMZETKÖZI ELISMERÉSE

Az orvostech-
nika tudománya nagyon hamar nemzetközileg is elismerést nyert, amit az ezen a területen elnyert számos Nobel-díj is bizonyít. Itt és most csak azokat emeljük ki, akik műszaki alapképzettségük, azaz mérnöki diplomájuk mellett kaptak orvosi Nobel-díjat.

Mindenek előtt meg kell említenünk, hogy a computertomográfia (CT) elvének kidolgozásáért és az első működő készülékek megkonstruálásáért 1979-ben Nobel-díjat kapott GODFREY N. HOUSFIELD (1919-2004) villamosmérnök és ALLAN M. CORMACK (1924-1998) fizikus (villamosmérnök), holott az első tudományos közlemények erről az elvről csak 1972-ben jelentek meg. De szót kell ejtenünk a magyar BÉKÉSY GYÖRGY-ről (1899-1872) is, aki vegyész-mérnöki és fizikusi diplomával rendelkezett és a hallás mechanizmusának kidolgozásáért 1961-ben kapott orvosi Nobel-díjat. Az általa kifejlesztett audiometert (hallásvizsgáló készüléket) ma is Békésy-féle audiometernek hívják.

Ugyancsak említésre érdemes, hogy több mint 50 évvel ezelőtt, 1959-ben Párizsban megalakult az International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE), azaz az Orvostech-
nikai Egyesületek Nemzetközi Szövetsége, amely a tagországok egyesületeit tömöríti, 2010-ben már 61 országból 130.000 tagja volt és 3 évente rendez világkongresszust. Ez a Föderáció 1975-ben Helsinkiben RICHTER NÁNDOR (1930-) fizikus és villamosmérnök személyében magyar elnököt választott, ami az akkori évek magyar orvostech-
nikai tevékenységének elismerése volt. (Lásd 2. irodalom).

AZ ORVOSTECHNIKAI OKTATÁS SZÜKSÉGESSÉGE

Amikor egy tudományterület olyan fejlettségi fokot ér el, hogy megalapozott tudományos alapismeretekkel rendelkezik és széles körben elterjedt, szükségessé válik megkülönböztetni az ezen a területen dolgozó szakembereket is. Az orvostech-
nika művelői mindenek előtt műszaki alapképzettséggel bírnak, de olyan alapvető biológiai, anatómiai, élettani, higiéniai ismeretekkel is kell rendelkezniük, amelyek nélkül nem felelhetnek meg az orvosok által felvetett, illetve a gyógyítás szükségleteit kielégítő követelményeknek és kívánásoknak. Tulajdonképpen a közvetítő, a tolmács szerepét töltik be az orvosok és a tisztán műszaki, vagy fizikai, kémiai tudással rendelkező szakemberek között. Ezért képzésük is speciális igényeknek kell, hogy megfeleljen.

Így már az 1950-es évek elején elkezdődött a speciálisan orvostech-
nikai szakemberek képzése a világ különböző egyetemlein, főiskoláin, először az Amerikai Egyesült Államokban és Kanadában, majd Európában is, Lengyelországban, Nagy-Britanniában, a Német Szövetségi Köztársaságban (NSZK) és a Német Demokratikus Köztársaságban (NDK) is. Ezek a képzések többnyire vagy másoddiploma jellegű továbbképzések voltak, vagy doktorandusz-képzések. Többféle elképzelés is kialakult: orvosok szereztek meg műszaki fokozatokat, vagy mérnökök végeztek el orvosi kurzusokat. Ilyen módon azonban jelentősen meghosszabbodott a képzési idő, akár 8-10 évre is kiterjedhetett. Felmerült az igény olyan képzési rendszerek létrehozására is, amelyek megfelelő orvosi

alapképzettséget és alapos mérnöki tudást adnak, de főleg az orvostechika területén felmerülő problémák megoldására alkalmasak. Ezen képzések áttekintésével foglalkozik egy 1996-ban elkészített tanulmány (lásd 3. irodalom), amelyben az 1990-es évekre kialakult helyzet elemzése során megemlíti Európából 23 ország 90 egyetemének és 24 főiskolájának orvostechikai képzési rendszerét.

AZ ORVOSTECHNIKAI OKTATÁS KEZDETEI MAGYARORSZÁGON

Rendkívüli érdekességként említjük meg, hogy Magyarországon már 1932-ben, a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola (ma Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kara) jogelődjének tekintett technikum, illetve még korábban az úgynevezett „Órásiipari és villamossági műszaki szakiskola” tantervében szerepelt a „Villamos gyógyászati készülékek” elnevezésű tantárgy. (Lásd 4. irodalom). Szerintünk ez világviszonylatban is egyedülálló.

Az első előadásorozatot az orvosi elektronikus műszerekről 1961-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnök Továbbképző Intézetében tartották. Ennek kezdeményezésében és lebonyolításában tevékeny szerepet töltött be dr. KATONA ZOLTÁN (1930-1995) gépészmérnök, akit Magyarországon az orvostechika művelői között az egyik legjelentősebb személynek tekinthetünk, mint erre számos nemzetközi elismerése is utalt.

1966-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Műszer- és Méréstechnikai Tanszékén indítottak fakultatív előadásorozatot Orvosi elektronika néven a Villamosmérnöki Kar hallgatói számára. Ennek továbbfejlesztése révén 1976-ban első ízben indult posztgraduális szakmérnök képzés, és a végzett hallgatók „orvosbiológiai mérés-technikai szakmérnöki” címet nyerhettek el. A képzésre már végzett, azaz diplomás mérnökök jelentkezhetek. A képzési idő 2 év alatt heti 12 órában, összesen 576 óra volt. A képzés kialakítása és irányítása dr. TELKES BÉLA (1935-1989) villamosmérnök, egyetemi docens nevéhez fűződik.

Az első tanrendszerű és rendszeres orvostechikai oktatás Magyarországon 1969-ben kezdődött a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán. Ez a Műszer- és Automatika Szak keretében indult meg ágazati szinten, tehát nem adott ki orvostechikai megnevezésű oklevelet, csak villamosmérnöki minősítést. A főiskola jellegéből adódóan kezdetben csak az elektronikus orvostechikai készülékekkel foglalkozott, majd a tematika 1973-tól tovább bővült a nem-villamos orvosi eszközök és a röntgentechnika oktatásával, 1980-ban pedig már kórháztechnikai ismereteket is előadtak. A speciális orvostechikai ismeretek összességükben a teljes óraszám 12 %-át tették ki.

Ki kell emelnünk, hogy a műszaki oktatási intézmények sorában újdonságnak számított a Biológiai és élettani alapok oktatása, amelyet olyan kiváló személyek végeztek, mint dr. JÓLESZ FERENC (1946-) orvos, aki 1979 után az Amerikai Egyesült Államokban a Harvard Egyetem professzora lett és idegsebészeti, idegkutatói és radiológiai munkássága révén, valamint a képalkotó eljárások (főleg az MRI) klinikai alkalmazásával vált elismertté; valamint dr. VITTAY PÁL (1929-) egyetemi professzor, orvos és radiológus, emellett diplomás villamosmérnök is.

Az orvostechikai oktatás kialakításában, a tematikák meghatározásában és a képzés irányításában elsősorban dr. FORGÁCS LAJOS villamosmérnök, mérnök-tanár, főiskolai docens vett részt.

ORVOSTECHNIKAI KÉPZÉS AZ EZREDFORDULÓ TÁJÁN

Az 1990-es években már széles területen végeztek orvostechikai jellegű oktatást, vagy képzést. Ez időre a gyakorlati életben olyan nagy fejlődés ment végbe, hogy azt az ismeretek bővülésének is követnie kellett, ezt elsősorban a számítástechnika alkalmazása az orvostechikai eszközökben tette szükségessé. Folytatódott az orvostechikai ismeretek oktatása a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán moduláris jelleggel, hasonlóan az előzőekben már leírt szakterületekhez.

Jelentős lépés volt, hogy 1995-ben orvosbiológiai mérnökképzés indult meg három egyetem: a Budapesti Műszaki Egyetem, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem és az Állatorvosi Egyetem együttműködésével. A képzés 6 félév terjedelmű volt, mérnöki, illetve orvosi alapképzettségre épült rá, így a mérnökhallgatók részére összességében 14 félév (7 év), az orvos végzettségűeknek 15 félév (7,5 év) kellett az okleveles orvosbiológiai mérnök (M.Sc. Biomedical Engineer) diploma megszerzéséhez. Ez a képzés 2002-től kezdve az „egészségügyi mérnök” megnevezés alatt folytatódott. Maga a képzés magas szintű elméleti tudást nyújtott a hallgatóknak, elsősorban az orvosbiológiai jelek mérése és feldolgozása terén, de kevés gyakorlati ismeretet a kórházépítés és kórházüzemeltetés területén. Ezért éppen az egészségügyben, vagy az ehhez kapcsolódó ipari, kereskedelmi területeken csak kevesen helyezkedtek el, a végzett hallgatók főleg az egészségügyi kutatási területeken, vagy a gyógyszeriparban találtak maguknak megfelelő állást. 2009-ig 220-an végeztek el ezt a fajta képzést, közülük 55-en orvosi alapidomával rendelkeztek.

2009 szeptemberétől a képzés jellege megváltozott, négy féléves mesterképzésként (M.Sc. fokozatú) indult. A vonatkozó kormányrendelet szerint alapidomával (B.Sc., BA) vagy főiskolai diplomával vagy egyetemi diplomával rendelkezők államilag támogatott formában is végezhetnek a mesterképzést. A korábbi tanulmányokat is beszámítva egy hallgató összesen 12 államilag támogatott félévet vehet igénybe. A mesterdiploma megszerzése feljogosít a doktori képzésben való részvételre.

KLINIKAI MÉRNÖK („CLINICAL ENGINEER”) SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS MAGYARORSZÁGON

Bevezetőnkben említettük, hogy az orvostechika gyakorlati alkalmazása elsősorban az egészségügyi intézményekben (kórházak, klinikák, rendelőintézetek stb.) a gyógyítás érdekében folyik. Ezért az 1980-as évek után időszerűvé vált olyan speciális szakképzett mérnökök alkalmazása is, akik a kórházakban, gyógyító intézményekben felmerülő feladatoknak hatékonyan megfelelnek. Nemzetközi téren ezeket a szakembereket nevezik klinikai, vagy kórházi mérnököknek. (Lásd 5. irodalom.) Magyarországon első ízben 1992-ben a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem (HIETE) Egészségügyi Főiskolai Karán (ma Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kara) indult meg a klinikai/kórházi mérnökök képzése.

A klinikai/kórházi mérnök-képzés célja: olyan korszerű orvostechikai és/vagy kórháztechnológiai szaktudással és gyakorlati ismeretekkel, valamint alapvető orvosbiológiai és egészségügyi szervezési-vezetési-gazdasági ismeretekkel rendelkező szakmérnökök képzése, akik

- a már meglévő egyetemi/főiskolai műszaki alapképzettességük alapján
- képesek ellátni az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, szakrendelők magánklinikák stb.) orvostechikai eszközeinek szakszerű és biztonságos üzemeltetését, karbantartását és időszakos ellenőrzését,
- valamint a műszaki ellátás (épületfenntartás, energiaellátás, kórházüzemeltetés, kórházi műszaki szolgáltatások biztosítása stb) és
- a gép- eszközgazdálkodás feladatait.

A képzés során a hallgatók 4 modul oktatásában vettek részt:

A/ modul: Biológiai-orvosi alapismeretek: A humán biológia alapismeretei, Anatómia, Fiziológia-patofiziológia, Válogatott fejezetek a biofizikából, Elsősegélynyújtás és katasztrófa medicina, Kémia-Biokémia. Összességében 30 %.

B/ modul: Műszaki és orvostechikai alapozó tantárgyak: Az orvostechika mérés-technikai alapjai, Az orvostechikai készülékek elektronikai áramkörei, A számítástechnika alkalmazása az orvostechikai eszközökben, Egészségügyi informatika. Összességében 25 %.

C/ modul: Általános orvostechnikai és kórháztechnikai ismeretek: Orvostechnikai műszerismeret, Gyógyászati biztonságtechnika, Radiológia, Kórháztechnikai alapismeretek, Kórházhygiéna, Kórházmenedzsment. Összességében 30 %.

D/ modul: Speciális orvostechnikai és kórháztechnikai ismeretek: Villamos gyógyászati készülékek. Mechanikai és optikai eszközök a gyógyításban, Klinikai laborotechnika. Kórháztechnológia, Kórházi szolgáltatások, Kórházüzemeltetés. Összességében 15 %.

A klinikai mérnöki képzés kidolgozója, megszervezője és szakvezetője dr. FORGÁCS LAJOS villamosmérnök, mérnöktanár, főiskolai docens volt 2005-ig. (Lásd 6. és 7. irodalom)

JELLENLEGI HELYZET

2008-tól kezdve NINCS klinikai/kórházi szakirányú képzés a Semmelweis Egyetemen. 2010-től kezdve az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán is megszűnt az orvostechnikai modul oktatása.

Mindez azt jelenti, hogy a klinikai mérnökség („clinical engineering”) és a kórházi mérnökség („hospital engineering”) területén Magyarországon megszűnt a hivatalos képzés, ezt a szakterületet bárki betöltheti, aki valamilyen alapvető műszaki/mérnöki alapképzettséggel rendelkezik. Vagyis kórháztervezéshez, vagy kórházüzemeltetéshez, illetve az orvostechnikai eszközök klinikai (kórházi) körülmények között történő alkalmazásához bárkit lehet alkalmazni, mivel erre sem jogszabályi, sem képesítési követelmény nem szükséges. Manapság, amikor az EU támogatások révén nagyon sok kórház átépítése, illetve korszerűsítése folyamatban van, illetve a legmodernebb orvostechnikai eszközök alkalmazását lehet megvalósítani, ehhez értő szakemberek nem lesznek, mivel a „régí gárda” (akik az 1970-2000-es években ezeket a feladatokat ellátták) már kiöregedett, nyugdíjba vonult, és hiányzik a fiatal generáció lelkesedése és szakértelme.

A Szerző megjegyzése.

Természetesen az említett orvostechnikai és klinikai mérnöki képzések megvalósításában és oktatásában sok orvos és mérnök kollega is részt vett. A szerző ez esetben csak azokat említette meg név szerint, akikkel közvetlen személyes kapcsolatban volt. A többieket is csak a köszönet és az elismerés illeti meg, hogy ezekben a képzésekben önzetlenül részt vettek.

IRODALOM:

1. *W. & H. Bynum*: Hetven rejtély az orvostudomány világából. Athenaeum Kiadó, 2011.
2. *J.A. Hopps - M. Saito - N. Richter*: Meeting Challenges in Medicine & Health Care through Biomedical Engineering (a History of the IFMBE), IFMBE, Amsterdam, 1997.
3. *Forgács, L.*: A klinikai és kórházi mérnökök képzésének nemzetközi áttekintése. FEFA IV./1360. sz. projekt keretében készült tanulmány, HIETE Egészségügyi Főiskolai Kar, Budapest, 1996.
4. *Schnöller, A.*: Az Órásiipari Szakiskolától a Műszaki Főiskoláig. KKVMF Tudományos Közlönyek, 1979. 146.-150.
5. *V.C. Roberts - M. Aubry-Frize - W. Irnich - Z. Katona, - P.A. Öberg*: International Registration of Clinical Engineering. Medical Progress through Technology, Springer Verlag, 1982/9, 171-175.
6. *Forgács L.*: „Klinikai mérnök”-képzés – Magyarországon először. I. rész. (Célok, követelmények), Kórház- és orvostechnika, 1994/5. szám 227-239.

7. Forgács L.: „Klinikai mérnök”-képzés – Magyarországon először. II. rész. (Tapasztalatok, tervek), Kórház- és orvostechnika, 1994/6. szám 272-282.
8. Forgács L.: A mérnökök jelentősége az egészségügyben, uniós tagságunk tükrében. Mérnök Újság (a Magyar Mérnöki Kamara folyóirata, kiadó: LOGOD Bt.), 2005./10. (október) szám, 4.-6.

A szerző elérhetősége:

Dr. Forgács Lajos

e-mail: forgacs.lajos@t-online.hu