A nukleáris medicina helye a mai korszerű képalkotó diagnosztikában

Prof. Dr. Zámbó Katalin
Pécsi Tudományegyetem Nukleáris Medicina Intézet

Közleményemben a nukleáris medicina rövid történetét, kialakulását és – az európai adatokkal összehasonlítva – jelenlegi helyzetét ismertetem a betegellátás és a szakképzés szempontjából. A legfontosabb összehasonlító paraméterek a személyzet, a műszerezettség, a vizsgálati struktúra, valamint az egyre terjedő radioterápiás beavatkozások elemzése. Napjaink legfontosabb problémája a multimodalitású képalkotás (SPECT/CT, PET/CT) alkalmazása és értékelése, valamint az ehhez megfelelő szakemberek képzése, ami európai és magyar körülmények között is csak a radiológus szakemberekkel együtt képzelhető el.

The short history, establishment and present status of the nuclear medicine are reviewed in my paper in comparison to the European data on the aspect of medical attendance and education. The most important comparative parameters are the staff, the instrumentation, the schedule of examinations and the extending radiotherapeutical methods. The most recent problem is to apply and evaluate the multimodal imaging (SPECT/CT, PET/CT) and the training curriculum for this purpose which is possible only together with the radiologists.

BEVEZETÉS, HÁTTÉR

A nukleáris medicina története Hevesy György felfedezésével kezdődött, aki 1943-ban kapott Nobel-díjat „az izotópok nyomjelzőként való alkalmazásáért". A nyomjelző-elv egy olyan funkcionális diagnosztikai módszer kialakulását tette lehetővé, ahol az emberi test normális és kóros működésében résztvevő molekulákat gamma-sugárzó izotópokhoz kötve, azok útja, részvétele a különböző életműködésekben a testen kívülről detektálhatóvá vált. Ezzel a technikával szinte valamennyi szervrendszer működése vizsgálható. Egyszerű, szövődménymentes, molekuláris képalkotó módszerek, amelyek lehetőséget adnak dinamikus folyamatok vizsgálatára, a multimodalitású műszerek alkalmazásával fúziós képek készítésére, értékelésére. A későbbiekben ez az elv terápiás beavatkozásokra is lehetőséget teremtett, csak ebben az esetben az adott molekulához béta-sugárzó izotópokat kell kötni, amely negatív elektronjai révén ott helyben roncsolja pl. a túlműködő pajzsmirigyet, vagy akár a daganatos szövetet. Külön kell említeni a pozitron emissziós tomográfiát (PET), ahol pozitron-sugárzó izotópokkal jelölt molekulákkal történik a képalkotás, a pozitron-elektron annihiláció során létrejövő két gammafoton segítségével. Ezek a módszerek különböző anyagcsere folyamatok tanulmányozását teszik lehetővé, akár kvantitatív paraméterek mérésével.

Az első magyar orvosi izotóplaboratóriumok az egyetemeken alakultak meg az 1950-es évek közepén, ahol biofizikai, biokémiai és biológiai kutatások ezen a területen már zajlottak. Az első évtizedekben a munkahelyek elsősorban „in vitro" vizsgálatokat végeztek, az „in vivo" vizsgálatok csak az 1980-as évektől kezdtek fejlődni a gammakamerák elterjedésével. A technológiai hátteret elsősorban a Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) adta az orvosi célú radionuklidok 1954-ben kezdődő gyártásával. Az Izotóp Intézet 1959-ben vált a radiofarmakonok önálló gyártójává. A műszeres háttér biztosítása először a Gamma Művek nevéhez fűződött, akik megalkották az első gammakamerákat. A Mediso Kft 1990 óta vált az izotópdiagnosztikai műszerek legnagyobb hazai gyártójává.

A Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság (MONT) 1972-ben alakult meg széles multidiszciplináris együttműködés alapján. Nem csak orvosok, hanem fizikusok, informatikusok, gyógyszerészek, vegyészek is tagjai lehetnek a társaságnak. Jelenleg 11 különböző munkacsoportja működik. Szoros kapcsolat fűzi a European Association of Nuclear Medicine (EANM)-hez, a MONT tagjainak nagy része tagja az EANM-nek is, és rendszeresen részt vesznek az évente megrendezett európai kongresszuson. A MONT feladata a tudományos élet szervezése, kétévente kongresszus formájában, egyéb tudományos szimpóziumok, szak- és továbbképzések szervezése, valamint a szakma képviselete más szakmák és társaságok tudományos rendezvényein. Különös figyelmet fordít a fiatal kollégák szakmai felkészítésére. Szorosan együttműködik az Egészségügyi Szakmai Kollégium Nukleáris Medicina Tagozatával és Tanácsával, amely szakmapolitikai kérdésekben, módszertani levelek és protokollok kialakításában, illetve az egészségügyi vezetés felé történő kapcsolattartásban tevékenykedik.

Az izotópdiagnosztika 1979-től ráépített szakvizsga lett, amelyet belgyógyászat, radiológia és klinikai laboratóriumi vizsgálatok alapszakvizsgára lehetett ráépíteni. 1993-tól már alapszakvizsga, nukleáris medicina elnevezéssel. A szakdolgozók (technológusok) számára háromfokozatú képzés áll rendelkezésre, izotópassziszten, radiofarmakológiai szakasszisztens és diagnosztikai képalkotó BSc képzés. Posztgraduális képzés lehetséges gyógyszerészek számára – radiofarmakológus, illetve fizikusok számára – orvosfizikus szakon.

MÉRFÖLDKÖVEK A MAGYAR NUKLEÁRIS MEDICINA TÖRTÉNETÉBEN

1957. Az első orvosi izotóplaboratóriumok működésének indulása Budapesten, Debrecenben, Balatonfüreden.
1970. A radioimmunoassay módszer elterjedése a rutin diagnosztikában.
1970. A Gamma Művek gammakamerákat ad el Közép- és Kelet-Európában, a Szegedi Izotóplaboratóriummal együtt kifejlesztették az első értékelő szoftvert, a SeGamS-t.
1972. Megalakult a MONT (Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság) elődszervezete a radiológusok kezdeményezésére.
1974. Az első hazai izotópdiagnosztikai kongresszus megrendezése.
1979. Az izotópdiagnosztika ráépített szakvizsga lett.
1980. A MONT a nukleáris medicina szakemberek társasága lett, első elnöke Prof. Dr. Csernay László.
1985. Az első ciklotron telepítése Debrecenben.
1987. Európai Nukleáris Medicina Kongresszus Budapesten Prof. Dr. Csernay László szervezésében, 3600 résztvevővel.
1988. A MONT Híradó megjelenése.
1989. A Debreceni Orvostudományi Egyetemen az Orvosbiológiai Ciklotron Laboratórium és a Központi Izotópdiagnosztikai Laboratórium új értékelő szoftvert fejlesztett ki DIAG néven.
1993. A nukleáris medicina alapszakvizsga lett.
1994. Budapesten tartották meg a Közép-Kelet-Európai országok fiatal nukleáris medicina orvosainak első nemzetközi továbbképző szemináriumát.
1994. Az első PET kamera installálása a Debreceni Tudományegyetemen.
1998. Újjáalakult a Nukleáris Medicina Szakmai Kollégium.
2001. A családtagok hozzájárulásának megszerzése után a MONT felvette Hevesy György nevét.
2002. A MONT hazánk Európai Unióhoz történt csatlakozását követően az UEMS rendes tagjává vált.
2005. Az első PET/CT hibrid műszerek installálása Budapesten (Pozitron Diagnosztika Kft., PET-CT Orvosi, Diagnosztikai Kft.: az első PET/CT vizsgálat elvégzése).
2007. Az első SPECT/CT hibrid műszer installálása a Pécsi Tudományegyetem Nukleáris Medicina Intézetben.
2008. A Debreceni Egyetem Nukleáris Medicina Intézetében üzembe helyezték az ATOMKI kooperációjával kifejlesztett első hazai kisállat kamerát.

MAGYAR HELYZET EURÓPAI ÖSSZEHASONLÍTÁSBAN

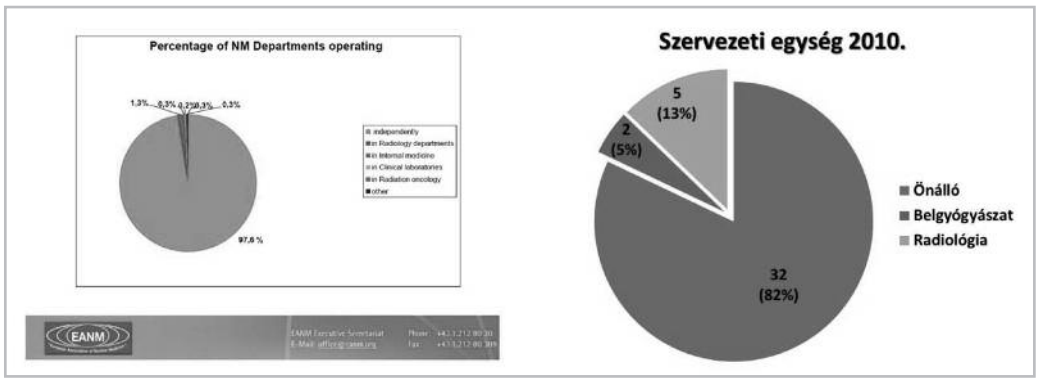
Az EANM (European Association of Nuclear Medicine) évente adatokat gyűjt a különböző európai nukleáris társaságoktól, amelyekből kimutatásokat készít. 2011-ben jelentette meg a legutóbbi 2006-2008-2010-re vonatkozó statisztikai adatokat Európa 33-35 országából, amely természetesen tartalmazza a magyarországi paramétereket is [1]. Saját statisztikai kimutatásunk alapján a 2010-es magyarországi adatokat összehasonlítottuk az európai felmérés eredményével, ezeket a következő ábrákon mutatom be.

Az 1. ábrán látjuk, hogy a nukleáris medicina (NM) munkahelyek legnagyobb része önállóan működik Európában és Magyarországon is. Nálunk az izotóplaboratóriumok hagyományosan vagy belgyógyászati vagy radiológiai részlegekből váltak ki, ezt jelzi, hogy néhány egység még ma is ezekhez tartozik. Európában kis számban klinikai laboratóriumhoz, vagy onkológiai egységhez tartozó munkahelyek is vannak.

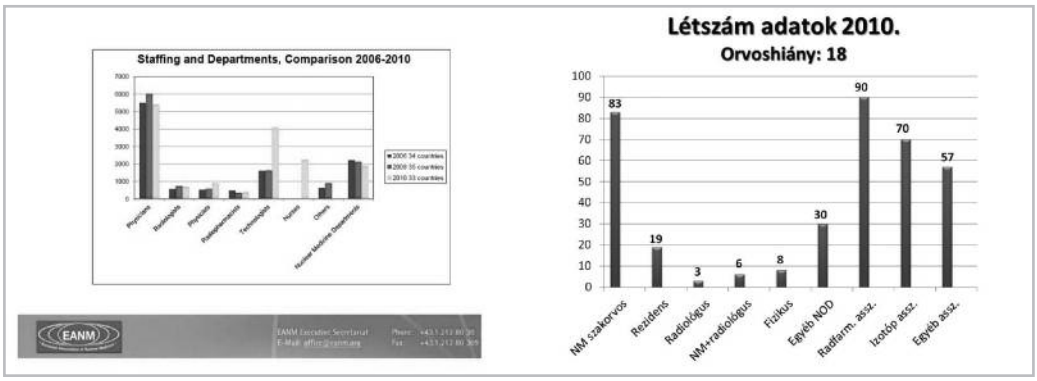
A 2. ábra mutatja, hogy Európában és Magyarországon is nagyon alacsony a főállású fizikusok és radiofarmakológusok száma a nukleáris medicina munkahelyeken. Ezeket a tevékenységeket az orvosok és szakasszisztensek végzik, holott a minimumfeltételek is megkövetelnék a szakirányú végzettséget a műszerek megfelelő működtetéséhez, a radiofarmakonok elkészítéséhez, a minőségi ellenőrzéshez, a sugárvédelemhez, különös tekintettel a radioterápiás beavatkozásokra. Az NM munkahelyeken kevés főállású radiológus dolgozik, miközben egyre szaporodik a hibrid készülékek (SPECT/CT, PET/CT) száma. Európában a NM szakorvosok száma 2008-ban kissé nőtt, 2010-re azonban visszaesett a 2006-os értékre, ugyanakkor a technológusok száma jelentősen növekedett. Magyarországon szakorvos hiánnyal küzdünk, az utánpótlás nem megfelelő, a nukleáris medicina nem vonzó a rezidensek számára. Ennek oka lehet az ionizáló sugárzásban végzendő munka, amihez képest a kockázati pótlék összege nem túl magas, a túlmunka nem engedélyezett, nincs mellékállásban szerezhető plusz jövedelem. Ugyanakkor a diagnosztikai képalkotó BSc képzés népszerű az asszisztensek körében akár nappali, akár levelező tagozaton, számuk Magyarországon is egyre növekszik. Napjainkban a MONT-nak kb. 180 diplomás és kb. 290 technológus tagja van.

A 3. ábrán látható, hogy Európában és Magyarországon is SPECT (single photon emission computer tomograph) készülékből van a legtöbb, bár európai szinten számuk 2010-re lecsökkent, helyüket növekvő számban a SPECT/CT hibrid készülékek vették át. Magyarországon 2010-ben mindössze 3 SPECT/CT készülék működött. Európában még PET (positron emission tomograph) készülékek is vannak, de a PET/CT hibrid készülékek száma magasabb. Magyarországon 2010-ben 4 PET/CT készülék működött (az egyik finanszírozás nélkül), számuk sajnos mára sem növekedett. Három közülük privát centrumban, egy önkormányzati tulajdonban van. Mindenképpen el kellene érni, hogy az onkológiai centrumokban, de legalább az egyetemeken PET/CT centrumok jöhessenek létre megfelelő finanszírozással, mivel ez az onkológiai diagnosztika egyik költséghatékony eszköze.

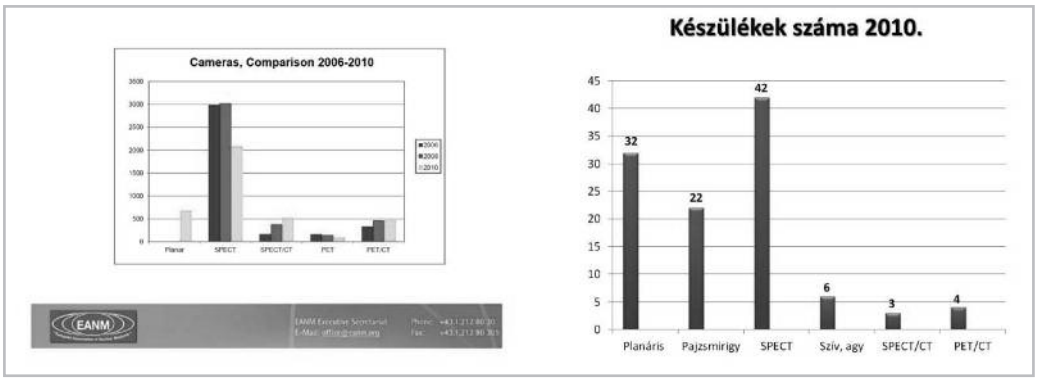
Európában és Magyarországon is a legnagyobb számban csontszcintigráfiát végzünk, elsősorban különböző primer daganatok áttéteinek kimutatására (4. ábra). Ez a módszer semmilyen más képalkotóval nem helyettesíthető, rendkívül érzékeny diagnosztikai eljárás. Ez az a módszer, amely a klinikai gyógyszerkipróbálások során is nélkülözhetetlen. A többi vizsgálat tekintetében is hasonló tendenciákat látunk. Európában második helyen az endokrinológia, har-



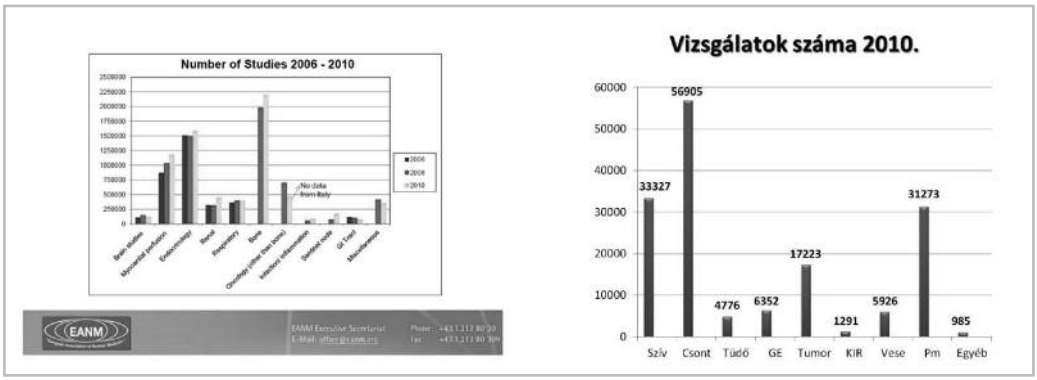
1. ábra
A nukleáris medicina munkahelyek megoszlása



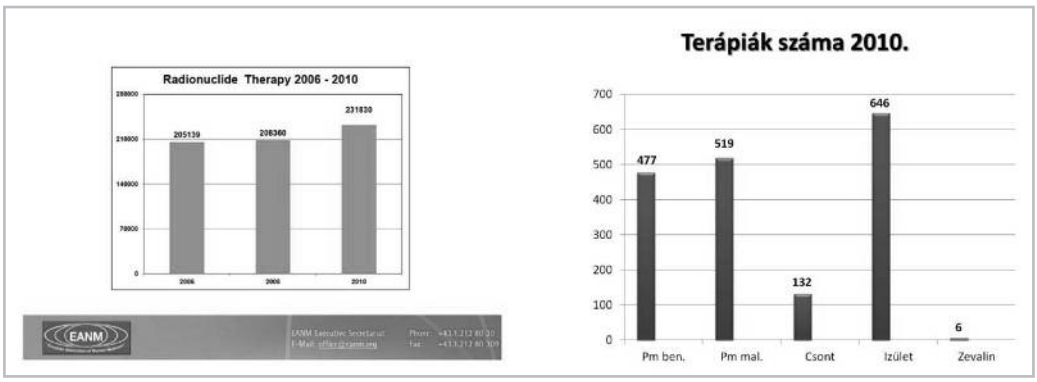
2. ábra
A munkahelyek dolgozóinak megoszlása



3. ábra
A NM munkahelyek készülékeinek száma



4. ábra
A NM vizsgálatok száma és megoszlása



5. ábra
A radioterápiás beavatkozások száma és megoszlása

madik helyen a szívizomperfúziós vizsgálat áll, Magyarországon a pajzsmirigy és szív vizsgálatok száma közel azonos. Viszonylag magas még az egyéb (csont vizsgálatok nélküli) onkológiai eljárások száma mindkét összesítésben. A fent említett módszerek hasznosak, költség-hatékonyak, indikációs területük jól körülhatárolt. Emellett ezek azok a módszerek, ahol a SPECT/CT kiegészítő vizsgálatokat eredményesen alkalmazni tudjuk, ami a jó szenzitivitás mellett specificitásukat is tovább növeli.

A nukleáris medicina egyre fontosabb területe a béta-sugárzó izotópokkal végezhető radionuklid terápia (5. ábra). Az európai összesítésben jól látható a beavatkozások számának folyamatos emelkedése 2006 és 2010 között. Magyarországon 2010-ben nagyszámú radiosynovectomiát végeztünk ízületi gyulladások esetén. Emellett ugyancsak jelentős számú 131-jód radioterápiát alkalmaztunk a pajzsmirigy benignus és malignus betegségeiben. Sokkal kisebb számban alkalmazzuk a fájdalmas csontáttétek palliatív izotópos terápiáját és csak minimális számban radioimmun Zevalin terápiát. Európában lehetőség van egyes neuroendokrin daganatok specifikus radionuklid terápiájára is, amelyet hazánkban még nem végzünk, elsősorban az alkalmazható radiofarmakonok magas költsége miatt.

A NUKLEÁRIS MEDICINA NEHÉZSÉGEI HAZÁNKBAN

A legfontosabb probléma a személyi feltételek elégtelensége, elsősorban a szakorvos utánpótlás hiánya. A szakma elöregszik, a fiatalok szemében nem vonzó a nukleáris medicina, mint szakma. A BSC végzettségű szakemberek, diagnosztikai képalkotók kompetenciájának határozatlanságát jelzi, hogy a diploma megszerzése után sokan asszisztensi munkakörben dolgoznak tovább, nincsenek körvonalazva a jogok és kötelezettségek, illetve lehetőségek ebben a munkakörben.

Problémát jelent az öregedő műszerpark, sok munkahelyen működnek 15-20 éves készülékek, mivel a rutin diagnosztika szempontjából továbbra is szükség van rájuk. Az anyagi lehetőségek hiánya miatt a műszereket csak akkor selejtezik le, ha már működésképtelenné váltak. Kevés a SPECT/CT és a PET/CT hibrid műszer az országban, pedig a korszerű és pontos diagnosztikához, különösen az onkológia és kardiológia területén, legalább a nagyobb centrumokban nagy szükség lenne rájuk.

Miközben a magyar gyártású és a külföldi import radiofarmakonok is egyre drágulnak, a beavatkozások finanszírozása nem megfelelő, sokszor a radiofarmakon ára sem térül meg, ez akadályozza a drágább módszerek elterjedését a mindennapi diagnosztikában és terápiában.

MULTIMODALITÁSOK ALKALMAZÁSA, EANM/ESR KURRIKULUM AJÁNLÁS

Külön problémát okoz a mindennapi rutinban a hibrid készülékek működtetése, hiszen a különböző modalitások korrekt értékeléséhez nukleáris medicina és radiológus szakorvosra is szükség van. A 2. ábrán látható, hogy a nukleáris medicina munkahelyeken nagyon kevés a főállású radiológus szakorvos, szükség van tehát a radiológiai munkahelyek szakorvosaival történő együttműködésre. Az EANM és az ESR (European Society of Radiology) hosszas tárgyalás és a nemzeti társaságokkal történt egyeztetés után kiadta a „Multimodality Imaging Training Curriculum Part II and Part III" című ajánlását a helyzet megoldására [2,3]. Ebben a két európai társaság pontosan meghatározza, hogy mit kell teljesíteni a két szakma szakorvosának a másik szakmából, ha a hibrid módszerek együttes értékelésére jogosító licencvizsgát kíván szerezni.

A MONT nem értett teljesen egyet az ajánlással. Célszerűbbnek tartanánk a második szakvizsga megszerzését megkönnyítő kurrikulum kidolgozását a MRT-vel (Magyar Radiológusok Társasága) együttműködve. Javaslatunk szerint 2 éves közös törzsképzés és 3 éves nukleáris medicina vagy radiológia szakspecifikus képzés, illetve a szakvizsga megszerzése után 2.5 éves teljes munkaidős szakspecifikus képzést kellene elfogadni a másik szakmából, és lehetővé tenni a második szakvizsga megszerzését is. Ezt a véleményt az EANM-nek is elküldtük.

A jövőben megoldást jelenthet a képalkotó intézetek létrehozása, szakmailag önálló radiológia és nukleáris medicina tanszékkel, természetesen mellérendelt működéssel.

Ezzel a multimodalitások alkalmazása, értékelése is egyszerűbbé válna. Lehetővé válhatna a közös rezidens-képzés, esetleg a közös szakvizsga lehetőség kidolgozása, a jobb szakorvos utánpótlás biztosítása is. A közeljövőben lépéseket kívánunk tenni ebben az ügyben a Magyar Radiológusok Társasága felé is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki Dr. Varga Józsefnek, a DEOEC Nukleáris Medicina Tanszék Igazgatójának és Dr. Papós Miklósnak, Nukleáris Medicina Országos Szakfelügyelő Főorvosnak a közleményben felhasznált adatok rendelkezésre bocsátásáért.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] Status of Nuclear Medicine in Europe – 2010* (results of a survey compiled with the kind contribution of the National Societies), 2012.www.eanm.org

[2] Patrick Bourguet: Training for Multimodality Imaging Eur J Nucl Med Mol Imaging 2012. 39(4):555-556.

[3] EANM-ESR: Multimodality Imaging Training Curriculum Eur J Nucl Med Mol Imaging 2012. 39(4):557-562.

A SZERZŐ BEMUTATÁSA

Prof. Dr. Zámbó Katalin 1977-ben szerzett orvosi diplomát a Pécsi Orvostudományi Egyetem Általános Orvostudományi Karán, majd 1982-ben klinikai laboratóriumi vizsgálatok, 1984-ben izotópdiagnosztika szakvizsgát. 1994-ben védte meg kandidátusi értekezését „A radioizotópos first passage vizsgálat helyének újraértékelése a kardiopulmonális diagnosztikában". 2004-ben habilitált a Pécsi Tudományegyetemen nukleáris medicinából. 1979-től a Pécsi Tudományegyetem Nukleáris Medicina Intézetében tanársegéd, majd adjunktus, 1998-tól egyetemi docensként, 2005-től egyetemi tanárként az Intézet vezetője. Az Intézet profilja csaknem valamennyi izotópos diagnosztikai és terápiás módszert magában foglal, elsősorban nukleáris onkológiával foglalkozik, ezen belül a specifikus molekuláris diagnosztika és a fúziós képalkotás (SPECT/CT) lehetőségeivel a rosszindulatú daganatoknál. A Hevesy György Magyar Orvostudományi Nukleáris Társaság elnöke (2011-2015). Tagja a Magyar Onkológus Társaságnak (MOT), a Magyar Kardiológus Társaságnak (MKT), a Nukleáris Medicina Szakmai Kollégium Tanácsának, valamint az Európai Nukleáris Társaságnak (EANM). 67 tudományos közlemény, 6 könyvfejezet szerzője, összesített impact faktora 50.404, citációi száma 271. 2011-től az IME Szerkesztőbizottság tagja.

Újabb lehetőség a gyógyszerészhallgatóknak

Kísérleti üzem létesült a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszertechnológiai Tanszékén az ipari gyógyszergyártási technológiák magas szintű elsajátítása érdekében. A Kísérleti Üzem középüzemi és üzemi gyakorlatok helyszíneül szolgál, emellett olyan infrastruktúrával rendelkezik, ami étrend-kiegészítők és kozmetikumok fejlesztésére és gyártására is alkalmas lehet, tágítva ezáltal a Gyógyszerésztudományi Kar kutatási potenciálját. Így a létesítmény, amellett, hogy a gyógyszerészhallgatók oktatási minőségét magasabb szintre emeli, színvonalas kutatások hátteréül szolgálhat, és kiszélesíti az ipari együttműködések bázisát.
A Kísérleti Üzem négy fő egységből áll: keményzselatin kapszula töltő, tablettázó, valamint oldat- és kenőcskészítő laboratóriumokból, így mind a szilárd, félszilárd és folyékony gyógyszerformák üzemi szintű előállítására lehetőség nyílik. Ezáltal a gyógyszerészhallgatók közvetlenül is elsajátíthatják a gyógyszergyártás technológiai lépéseinek alapjait – tájékoztatott **Dr. Vecsernyés Miklós egyetemi docens, dékán, a Gyógyszertechnológiai Tanszék vezetője.**
A Kísérleti Üzem saját fejlesztés eredményeként, önerőből valósult meg a DE OEC 2. sz. telepén.
A Gyógyszerésztudományi Kar nemrégiben kötött együttműködési megállapodást a TEVA Gyógyszergyárral, melynek keretében a TEVA-ba kihelyezett tanszéken az ipari gyógyszergyártást nagyüzemi keretek között ismerhetik meg a hallgatók. Az átadásra kerülő Kísérleti Üzem újabb lépése a gyógyszerészképzésben a gyógyszerész szakmához kötődő tantárgyak gyakorlat orientált, minőségi képzési programjának.
Az ünnepélyes átadásra 2012. május 24-én került sor.

Szerk.