

Mérföldkövek az akut stroke ellátásában

Interjú Prof. Dr. Nagy Zoltánnal és Dr. Szikora Istvánnal

A Magyar Stroke Társaság 2017. október 5-7. között Győrben tartotta XIII. konferenciáját, karöltve a Magyar Neuroszonológiai Társaság konferenciájával. A közel 350 regisztrált résztvevővel zajló tanácskozáson elhangzottak jól reprezentálták, hogy olyan forradalmi változások zajlanak az akut iszkémiás stroke ellátását illetően, amelyek a következő években alapvetően meg fogják változtatni a jelenlegi rutin gyakorlatot. Minderről Prof. Dr. Nagy Zoltán, az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet (OKITI) főigazgatója, a Magyar Stroke Társaság alapítója és örökös tiszteletbeli elnöke, valamint Dr. med. habil. Szikora István PhD egyetemi docens, osztályvezető főorvos (OKITI) tájékoztatta lapunkat.

A KEZDETEKTŐL NAPJAINKIG

A konferencia megnyitóján előadást tartott lapunk Klinikai Idegtudományok Rovatának vezetője, Dr. Nagy Zoltán professzor, akit arra kértünk, foglalja össze legfontosabb meglátásait.

– Milyen fejlődési ív figyelhető meg Magyarországon a stroke halálozási adatait tekintve?

Az 1980-as években hazánk – a kelet-európai országokkal együtt – kifejezetten rossz pozíciót foglalt el Európa térképén a stroke-kal összefüggésbe hozható halálozást tekintve. Ezt támasztja alá a 27 európai országra kiterjedő, 1970-1985 közötti időszak változásait elemző ún. MONICA vizsgálat, amelyből kiderült, hogy abban a periódusban Magyarországon a férfiak stroke halálozása 4 százalékkal, a nőké pedig 2,1 százalékkal emelkedett évente. A stroke okozta halálozás másfél évtized alatt a kétszeresére nőtt Magyarországon, és hazánk a nemzetközi „dobogó” második helyén állt a halálozás rátáját tekintve. S miközben itthon és a kelet-európai blokkban kifejezett romlás volt megfigyelhető, addig Ausztriában és egész Nyugat-Európában meredeken csökkent a stroke-kal összefüggésbe hozható halálozás. Jelentősen csak az 1990-es évek végén kezdtek javulni a hazai halálozási statisztikák, de még ezzel együtt is óriási – kétháromszoros – különbséget mutattak az EU-átlaghoz képest. (A statisztikák szerint már 1985-től elindult a halálozás mérsékelt csökkenése.)

– Milyen adatok jellemzik a stroke előfordulását napjainkban?

A korrekt adatszerzés különösen fontos egy olyan népbetegségnek számító betegség esetében, mint a stroke. Intézetünk módszertani csoportjának feladatát képezi az Országos Egészségbiztosítási Pénztár adatbázisából nyert

országos népmozgalmi adatok elemzése. Ennek megfelelően három nagy cerebrovaszkuláris betegségcsoport – a lágyagyhártya alatti vérzés, az állományi agyvérzés és az agyi infarktus (BNO I60, I61, I63, I64, I65, I66) – előfordulását és halálozási mutatóit vizsgáljuk országosan és régióként. Az elemzés során az első stroke eseményeket monitorozzuk, valamint az azok következményeként két éven belül bekövetkező kórházi kezeléseket, azzal a megszorítással, hogy a klinikai diagnosztikát képző vizsgálat erősítette meg. Nem terheljük az osztályokon dolgozó kollégákat azzal, hogy elektronikus adatszolgáltatásnak tegyenek eleget, hanem a kórházak által finanszírozási célból lejelentett adatokból kinyert valós stroke adatokból építünk adatbázist. Ennek a módszertannak az a legnagyobb előnye, hogy – mivel Magyarországon egyetlen betegbiztosító működik –, az összes stroke-ot elszenvedett lakos adatát tartalmazza, így az életkorra és nemre módosított országos adatok más államok hasonló jellegű adatbázisaival összevethetők. Mindezek alapján azt láthatjuk, hogy hazánkban tíz év alatt (2006-2015 között) 30.781-ről 29.335-re csökkent az új cerebrovaszkuláris események száma. Az összes paraméterre nézve csökkenő esetszámot találtunk, tehát kijelenthetjük, hogy – szemben a növekvő gyakoriságú onkológiai megbetegedésekkel – hazánkban az agyi keringési betegségek előfordulása javuló tendenciát mutat.

– Mi állhat a javulás hátterében?

A Neurológiai Szakmai Kollégium 1988-ban tartott győri tanácskozásán megvitatta a hazai stroke ellátás aktuális helyzetét, és arra jutott, hogy a problémák orvoslása érdekében változtatásokra van szükség. Önálló szekciót alakítottunk, majd 1992-ben megalapítottuk a Magyar Stroke Társaságot, és ugyanebben az évben megtartottuk az első hazai stroke konferenciát Budapesten. 1992. március 11-én került meghirdetésre a Nemzeti Stroke Program, amelynek fő célkitűzése a stroke morbiditásának és mortalitásának csökkentése, a növekedés tendenciájának megállítása, a stroke ellátó részlegek megalakítása, a betegek és orvosok is kiterjedő edukáció és a stroke kockázati tényezőinek definiálása volt. Az 1990-es évek első felében jelentős műszerfejlesztésre került sor, melynek keretében egy-egy Doppler ultrahang készüléket helyeztek ki a stroke ellátást végző 16 kórházi részleghez. Ebben az időszakban egy második műszerfejlesztési program – nagyszámú CT és MR berendezés megvásárlása és telepítése – is megvalósult. A kórházak neurológiai osztályain sorra alakultak meg a stroke ellátó részlegek, majd az elkövetkező húsz év során felállt az országos stroke hálózat, amely folyamatosan bővült, és ma is sikeresen működik.

A FEJLŐDÉS ÚTJA

Áttörést hozott az akut stroke ellátásában a kémiai vérrögzítő kezelés – thrombolysis – megjelenése az 1990-es évek második felében. Ennek bevezetéséhez át kellett szervezni az akut ellátást és a betegszállítást, hiszen a stroke-betegek gyógyulási esélyei nagymértékben függenek attól, hogy mikor jutnak hozzá a kezeléshez. A fejlődés újabb állomásához érkezünk, amikor az Országos Mentőszolgálat (OMSZ) sürgősségi ellátásnak minősítette, és attól kezdve ennek megfelelően végezte az akut stroke-betegek szállítást. Jelenleg éppen azon dolgozunk az OMSZ-szal közösen, hogy az akut stroke-betegeknek a fogadó első intézményből egy második intézménybe történő átszállítása is sürgősségi eseménynek minősüljön. Az akut stroke sürgősségi ellátásának sokáig gátat szabott a teljesítmény volumen korlát (TVK), ezért igen nagy előrelépést jelentett, hogy ez a tevékenység időközben kikerült a TVK hatálya alól. Nagymértékben hozzájárult az ellátás optimalizálásához a hazai és nemzetközi diagnosztikai és terápiás ajánlások, módszertani levelek, evidenciák alapuló irányelvek kidolgozása. A kollégák a Magyar Stroke Társaság minap lezajlott XIII. konferenciáján kapták kézhez a társaság által összeállított hazai akut iszkémiás és vérzéses stroke, valamint a szekunder prevenció irányelvét, és a Magyar Neuroradiológiai Társaság által elkészített, az akut iszkémiás stroke-ban alkalmazandó, optimális betegkiválasztást támogató diagnosztikai irányelvet.

A legújabb, mérőldkő jelentőségű változást a thrombectomia, a mechanikus vérrög eltávolítás bevezetése jelentette az akut stroke kezelésében. Nemzetközi vizsgálatok igazolták, hogy az agyi érelzáródás jól meghatározott eseteiben az ütőeret elzáró vérrög azonnali eltávolításával az állapot javítható, a gyógyulási esélyek megnövekednek. Azoknál a betegeknél alkalmazható ez a módszer, akiknél a trombus a koponyán belüli nagy ütőerek kezdeti szakaszát zárja el. Ezekben az esetekben általában hatástalannak bizonyult a kémiai vérrögzítés. Ma már tudjuk, hogy a thrombolysis a másodlagos és harmadlagos agyi kisartériákban elakadt vérrögök oldására alkalmas. Ezzel szemben – mint említettem – a trombus mechanikus eltávolítása igen hatásos módszer a proximális arteria ágakban kialakult elzáródás megszüntetésére, amit több nemzetközi vizsgálat is alátámasztott.

– Hány stroke centrumban végeznek kémiai vérrögzítést, illetve mechanikus trombus-eltávolítást jelenleg Magyarországon?

A stroke ellátás tárgyi, szakmai és személyi feltételeit fokozatosan teremtette meg a szakma, illetve maguk a betegellátó intézmények. Ma már az ország 39 stroke részlegében zajlik az akut stroke ellátása, és rövidesen további két kórház stroke részlege csatlakozhat a hálózathoz. A legkorszerűbb ellátási forma, a thrombectomia már hét centrumunkban – a négy egyetemi központban, továbbá Miskolcon, Győrben és Kaposváron – hozzáférhető. Terveink szerint a 39 stroke központ össze fog kapcsolódni a 7 thrombectomia centrummal, és azt szorgalmazzuk, hogy a küldő és a fogadó kórházak írásbeli megállapodással szabályozzák az egymás közötti betegútvonalat.

– Hogyan alakult az elvégzett thrombolysisek és thrombectomiák száma az utóbbi években?

2016-ban az összes agytrombózis eset 8,8 százaléka került thrombolysisre, s bár Nyugat-Európa már a 20 százalék felé halad, mindenképpen biztató, hogy a kémiai vérrögzítések száma itthon is folyamatosan emelkedik. Hasonló tendencia figyelhető meg a mechanikus trombus-eltávolítás terén is. Míg 2015-ben 62 thrombectomia történt hazánkban, 2016-ban már 140, és számításaink szerint ebben az évben elérhetjük a 300-at. Az agytrombózisos betegek körülbelül 20 százaléka alkalmas a mechanikus trombus-eltávolításra, ami azt jelenti, hogy a jelen állás szerint összesen 6-700 ilyen beavatkozásra lenne szükség évente hazánkban.

– Hogyan tükröződik a statisztikákban az imént ismertetett nagy ívű fejlődés?

A lágyagyhártya alatti vérzések – amelyek leggyakrabban az aneurizma megrepedésének következményeként lépnek fel – gyakorisága változatlan, ám a halálozásban 6 százalékos csökkenés következett be. Az elmúlt 10 évben az agyvérzések száma 6 százalékkal, az iszkémiás stroke előfordulása 16 százalékkal csökkent, ez utóbbi túlélése 4 százalékkal nőtt. Az OECD statisztikája szerint az elmúlt években megelőztünk nyolc-kilenc államot, így jelenleg az európai országok középső harmadához tartozunk a stroke-kal összefüggésbe hozható halálozást tekintve. A korai – négyhetes – halálozási adataink nagyságrendben már összevethetők az európai átlaggal, aminek alapján elmondhatjuk, hogy az akut stroke hazai ellátása nemzetközi szintű. Ezzel szemben az egyhónapos és az egy éven belüli halálozás még mindig nagyon magas, ami azt jelzi, hogy a stroke krónikus ellátása komoly fejlesztésre szorul.

– Milyen irányban érdemes még továbbfejleszteni?

Két irányban látjuk a fejlődés útját. Egyrészt a stroke elsődleges és másodlagos prevenciója terén, amelynek egyik fő eleme az új típusú, szájon át szedhető véralvadást gátló gyógyszerek (NOAC) elterjedése, másik fontos pillére a hipertóniában, illetve diabéteszben szenvedő betegek megfelelő gondozása. Másrészt tovább emelhető az akut ellátás színvonala, aminek legfontosabb sarokköve, hogy az akut stroke-os betegek a lehető legrövidebb idő alatt jussanak megfelelő kezeléshez. Ebben a tekintetben kritikus pontnak tekinthető a sürgősségi ellátás jelenlegi rendszere, amely optimalizálásra szorul. Cél, hogy a beteg a lehető leggyorsabban a stroke-ellátásban járatos csoport kezébe kerüljön. Ennek érdekében meg kell szervezni, hogy a kórházak Sürgősségi Betegellátó Osztályának (SBO) közelében tartózkodjon a stroke-ellátásban jártas neurológus kolléga. Ez különös odafigyelést igényel azokban a kórházakban, ahol az SBO betegforgalma igen magas. A megoldás mikéntje természetesen függ az intézményi adottságoktól, de minden olyan átszervezés célravezető lehet, amely a sürgősségi betegellátás optimalizálását eredményezi. Az akut stroke kezeléséig eltelt idő lerövidítését szolgálja az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT) keretein belül kifejlesztett digitális képtovábbítás és távkonzílium is, amelynek elkészültét a konferenciánkon megrendezett kerekasztal

beszélgetésen jelentettük be. A rendszer informatikai feltételei biztosítottak, a tesztüzem intézetünkben és további két stroke-centrumban lezajlott, és reményeink szerint – bizonyos helyi feltételek teljesülteivel – az összes hazai stroke-ellátó egység rövidesen hozzáférhet az ágazati portálon elérhető szolgáltatáshoz.

Összességében tehát elmondhatjuk, hogy a kezdetben elnökségemmel, majd Csiba László professzor, Bereczki Dániel professzor és jelenleg Szapáry László tanár úr vezetésével működő Magyar Stroke Társaság igen jó eredményeket ért el, és a további fejlődés zálogát jelenti a felnövekvő fiatalabb generáció motivációja. Mindehhez fontos hozzátenni, hogy a jelen állapot minőségbiztosítása folyamatos elemzéssel tartható fenn. Ennek fontos eszköze az OKITI módszertani csoportja által kialakított, precíz adatelemzést lehetővé tevő adatbázis, amelyhez a hozzáférést online biztosítjuk az orvosok és intézményvezetők számára.

DIGITÁLIS KÉPTOVÁBBÍTÁS ÉS TÁVKONZÍLIUM

A Magyar Stroke Társaság XIII. Konferenciáján bemutatásra került a hazai intervenció akut stroke kezelés gyakorlatában új elemként megjelenő digitális képkonzílium rendszer. Mint azt Szabó Bálint, az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) EESZT főosztályának vezetője elmondta, a szolgáltatás révén a stroke centrumokban készült akut képközpont vizsgálatok az EESZT ágazati portál közvetítésével azonnal eljuttathatók az illetékes thrombectomia központba. Arról, hogy mindez milyen módon járul hozzá az akut stroke ellátás optimalizálásához, az újonnan kifejlesztett rendszer létrejöttét kezdeményező Dr. med. habil. Szikora István PhD főigazgató-helyettes, osztályvezető főorvost (OKITI) kérdeztük.

– Milyen indíttatásból kezdeményezte a távoli képkonzílium megvalósítását?

Konferenciánkon több ízben szó esett a thrombectomiás esetszámok növekedésének gyors dinamikájáról. A távoli képkonzíliumról megtartott kerekasztal beszélgetésünket felvezető előadásomban bemutattam az OKITI adatsorát, amelyből kiderült, hogy az intézetünkben elvégzett mechanikus trombus-eltávolítások száma 2015-ről 2016-ra megduplázódott, és jó esélyünk van arra, hogy az esetszám idén újra megkétszereződik. Kritikusan fontos, hogy a lehető leggyorsabban eldöntsük, egy-egy adott betegnél szükséges-e és lehetséges-e ilyen beavatkozás, hiszen a feleslegesen elvesztegetett idő rontja a gyógyulás kilátásait. Még fontosabb, hogy ehhez a döntéshez ne kelljen a beteget szállítani, mert a felesleges szállítás feleslegesen köt le erőforrásokat és tovább terheli az amúgyis súlyos állapotú beteget.

– Van eltérés a thrombolysis és a thrombectomia között az időablak tekintetében?

Igen van. A thrombolysis során olyan gyógyszert juttatunk a beteg szervezetébe, amelynek hatóanyaga fokozza a vérzés veszélyét. Egyértelmű bizonyíték áll rendelkezésre arra vonatkozóan, hogy a három, illetve bizonyos esetekben négy

és fél órán túl végzett thrombolysis növeli az agyvérzés kockázatát, ezért kontraindikált. Thrombectomia esetén ilyen értelemben vett időkorláttal nem kell számolnunk, azzal azonban igen, hogy ha későn végezzük el, akkor értelmét veszti a beavatkozás. Ez pedig nem közömbös, hiszen egy friss stroke-on átesett beteget egy megterhelő és önmagában veszélyes beavatkozásnak tesszünk ki siker esélye nélkül. Ma a thrombectomia időablakát a tünetek kezdete után 6 órának tekintjük. Egyre több adat szól amellett, hogy bizonyos esetekben ez hosszabb is lehet, ez azonban még további vizsgálati megerősítést igényel.

– Mi tehát a teendő?

Minden lehetséges esettel fel kell gyorsítani a stroke-betegek egyik intézményből való átszállítását egy olyan intézménybe, ahol speciális kezelésük elvégezhető. Ennek alapvető eleme a mentőszállítás hatékonyabb megszervezése, amelynek protokollját az Országos Mentőszolgálattal közösen dolgozzuk ki. A másik sarokpont a gyors és hatékony döntés arról, hogy az adott beteg esetében lehetséges, illetve szükséges-e a mechanikus thrombectomia elvégzése. E döntés meghozatalához speciális képközpont vizsgálatok szükségesek. Így merült fel a jogszabályoknak megfelelő, gyors és biztonságos képtovábbítás igénye. Ennek kapcsán kerestem meg június 21-én az ÁEEK EESZT főosztályának vezetőjét egy olyan országos rendszer kiépítését kezdeményezve, amely lehetővé teszi, hogy akut esetben a képközpont vizsgálatok lelete és képanyaga haladéktalanul eljuthasson oda, ahol a döntésnek meg kell születnie.

– Milyen fogadtatásra lelt az elképzelése?

Kezdeményezésem nyitott fülekre talált az ÁEEK döntéshozóinál, és a gyakorlati megvalósítás – amelyben az ÁEEK koordinálásával számos magánvállalkozás is részt vett – hihetetlenül gyorsan, negyedév leforgása alatt megtörtént. A kerekasztal megbeszélést megelőző este nyolc órakor jutottunk el oda, hogy a pilot szakaszban résztvevő két intézmény között megtörtént az első képtranzfer. Ez még csak tesztüzem volt, azaz a transzfert nem a két kórház orvosai, hanem a rendszert felépítő informatikusok bonyolították le. Gyakorlati tapasztalattal tehát egyelőre nem rendelkezünk. Az OKITI, a fővárosi Szent János Kórház és a győri Petz Aladár Megyei Oktatókórház vett részt a tesztüzemben, és elképzelésünk szerint az összes hazai stroke centrum és thrombectomia központ rövidesen csatlakozni fog tudni a rendszerhez.

– Milyen távlatokat nyithat a digitális képtovábbítás a betegellátásban?

A távoli képkonzílium rendkívüli mértékben javíthatja a betegszelektálást. Alkalmazásával kiiktathatók a felesleges mentőszállítások, ahogy arra eddig számos alkalommal került sor. Hiszen csak a beteg második intézménybe történt átszállítását követően derülhetett ki, hogy az adott, bonyolult beavatkozás elvégzésének nincsenek meg a feltételei. A digitális képtovábbítás rendszere igen jelentős költségmegtakarítást is eredményez, ennél azonban fontosabb, hogy elkerülhetővé válik a felesleges szállítási trauma.

A rendszer bevezetése egyfajta pszichés hasznot is jelent az egészségügyi személyzet számára. Ez a szempont nehe-

zen fogalmazható meg az egészség-gazdaságtan nyelvén, mégis könnyen elképzelhető az a frusztráció, amelyet egy olyan eset szereplői szenvednek el, amelynek során kiderül, hogy a második intézménybe átszállított beteg alkalmatlan a beavatkozásra. Szünetel tőle az orvos, aki a beteget elküldte és három óra múlva visszakapja úgy, hogy nem részesült ellátásban. Kényelmetlen a mentőegység számára is, amelyik az éjszaka közepén kivonult azért, hogy A-ból B-be szállítsa a beteget, majd félóra várakozást követően vihette is vissza. Ha pedig a beteget szállító mentőegységet netán másik helyszínre hívták, akkor új mentőt kellett hívni, a beteg pedig további órákon át kallódott valamelyik kórház várójában, vagy betegfelvételi részlegén. Ezek a kellemetlenségek mind-mind megtakaríthatók a digitális távkonzílium rendszer

használatára. Ez azért is kívánatos, mert ha nem tudjuk megszüntetni az imént említett frusztrációt, olyan mértékben fog erodálódni a személyzet pozitív hozzáállása, hogy előbb-utóbb felhagy a kezdeményezéssel és nem erőlteti a beteg gyors ellátását. Ezért úgy gondolom, hogy nagyon fontos kiiktatni ezt a negatív elemet is a rendszerből, hiszen a mi hazai egészségügyünkben nélkülözhetetlen a személyzet motiváltsága. Természetesen a távoli képkonzílium leglényegesebb hozama az idő. Gyakran emlegetett jelszavunk, hogy az idő egyenlő agyszövettel. Nyilvánvaló, hogy annyi agyat nyerünk meg, amennyivel fel tudjuk gyorsítani a betegellátás folyamatát. A digitális távkonzílium rendszere éppen ezt hivatott elősegíteni, tehát emberek életét és egészségét képes megmenteni.

Boromisza Piroksa

NÉVJEGY



Prof. Dr. Nagy Zoltán DSc, főigazgató, egyetemi tanár. 2011-től az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet megbízott főigazgatója. A Semmelweis Egyetem Szív és Érgyógyászati Klinika Vascularis Neurológiai Tanszéki Csoport emeritus professzora. A Pannon Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán a Bioelektromos Képző Laboratórium kutató emeritus professzora. Az EET-TUKEB tagja, a Szakmai Kollégium Neurológiai Tagozatának elnöke, a Szentágothai János Idegtudományi Doktori Iskola Programvezetője. A Vascularis Neurológia című lap főszerkesztője, az IME Interdiszciplináris Magyar Egészségügy tudományos folyóirat Klinikai Idegtudományok Rovatának vezetője.

1966-ban szerzett általános orvosi diplomát, majd pathológiából, neurológiából, pszichiátriából és neuropathológiából szakképesítést, valamint vaszkuláris neurológiából van jártassági vizsgája. 1981-ben az Orvostudományok Kandidátusa, 1992-ben az Orvostudományok Doktora (MTA doktora)



Dr. med. habil. Szikora István PhD, egyetemi docens, osztályvezető főorvos. 1977 óta az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet (OKITI) (korábban Országos Idegsebészeti Intézet) alkalmazottja, melynek Neurointervenciók Osztályát vezeti. 2017 februárja óta a Semmelweis Egyetem Idegsebészeti Klinikájának Neurointervenciók Osztályának vezetője. A hazai neurointervenciók tevékenység keretei kialakításának és művelésének aktív résztvevője. Aktív szerepet játszik az agyi érrendszer betegségei kezelésére alkalmazható minimálisan invazív módsze-

rek fejlesztésében és klinikai bevezetésében. Kutatómunkája elsősorban az agyi erek keringésdinamikája vizsgálatára koncentrál, melyet a Nemzeti Agykutatási Program 1 és 2 támogatásával, az OKITI Cerebrovasculáris Áramlásdinamikai Kutatólaboratóriuma és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidrodinamikai Rendszerek Tanszékének együttműködése keretei között végez. 75 közleménye jelent meg, független hivatkozásainak száma 2718, Hirsch indexe 22. Tagja az Európai, Amerikai és Magyar Neuroradiológiai Társaságoknak, vezetőségi tagja a Magyar Stroke Társaságnak. Az Európai Neurointervenciók Társaság (ESMINT) első volt elnöke.

címet szerezte meg. Klinikusi tevékenysége a neurológia, ezen belül a vaszkuláris neurológia területére koncentrálódik. A Nemzeti Stroke Program kezdeményezője és kidolgozója volt. A stroke betegellátás témakörben számos közleménye jelent meg. Emellett négy szakkönyvnek volt szerkesztője. Kutató munkájának fókuszában egyrészt a vér-agy gát kutatás, agyi endothelium vizsgálata áll (elsőnek tenyésztett human agyi endothel sejteket Európában), másrészt az iszkémiás sejtpusztulás befolyásolása, antiapoptosis kezelés (génterápia, őssejt kezelés, gyógyszeres kezelés módszereivel), illetve a post-stroke plaszticitás, annak molekuláris, genetikai szabályozása állnak. Klinikai szinten újabban EEG képzőmunkák módszerekkel kutatja a post-stroke reparatív folyamatokat.

Irányítása alatt 22 hallgató védte meg PhD téziseit. Jelenleg 2 PhD hallgatóval dolgozik. Tudományos munkáját 372 közleménye dokumentálja (IF 272.051, Hirsch index: 25, citáció 3270), 43 könyvfejezetben dolgozta fel eredményeit. Hazai és nemzetközi neurológiai társaságok tagja, a Magyar Stroke Társaság alapítója, örökös tiszteletbeli elnöke, a Közép és Kelet-európai Stroke Társaság alapító elnöke.

rek fejlesztésében és klinikai bevezetésében. Kutatómunkája elsősorban az agyi erek keringésdinamikája vizsgálatára koncentrál, melyet a Nemzeti Agykutatási Program 1 és 2 támogatásával, az OKITI Cerebrovasculáris Áramlásdinamikai Kutatólaboratóriuma és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidrodinamikai Rendszerek Tanszékének együttműködése keretei között végez.

75 közleménye jelent meg, független hivatkozásainak száma 2718, Hirsch indexe 22. Tagja az Európai, Amerikai és Magyar Neuroradiológiai Társaságoknak, vezetőségi tagja a Magyar Stroke Társaságnak. Az Európai Neurointervenciók Társaság (ESMINT) első volt elnöke.