

A modern neurofiziológia szegedi története

Szegeden az ideglettan kutatásának története mintegy 60 évre tekint vissza. Általában Magyarországon az ideglettan évszázadokon keresztül hagyományosan hátrányban volt a morfológiával szemben, így – tekintettel a hozzá szükséges módszerek relatív fejletlenségére – az agy élettanának kutatásában elsősorban a pszichológiai vizsgálatok domináltak. A szegedi Élettani Intézet igen jó hírű volt elsősorban sportorvosi és anyagcsere jellegű problémák kutatásában már a két világháború között is, azonban lényeges ideglettani kutatások itt nem folytak.

A modern idegtudományi vizsgálatok Szegeden az 1950-es évek második felében kezdődtek olyan egyéniségek Szegedre kerülésével, akik magukkal hozták a módszertani alapokat. A modern élettan bevezetését ugyanis elsősorban az hátráltatta, hogy az akkori körülmények között nagyon nehézkes volt a nyugati műszerek beszerzése, hazai műszeripar pedig nem volt, vagy nem volt hozzáférhető egyszerű kutató számára. A másik nehezítő körülmény a határok zártsága és a közvetlen érintkezés hiánya volt a szakma nagyjával. Nagy szerepet játszott az is, hogy ebben az időben történt a tudományos nyelv angolra való átállása is. A kutatók jelentős része hozzászókkott a német nyelvű közléshez, és nehezen szokta meg a fokozatosan egyeduralkodóvá váló angol nyelvet. Viszont ezek a mai szemmel elképzelhetetlen hátrányos viszonyok nyitottak alkalmat arra, hogy innovatív egyéniségek ötleteikkel világraszóló eredményeket érjenek el.

A kezdet

Az 1956-os év nagy változást jelentett az Élettani Intézet életében is. Az intézet munkatársai nagyrészt disszidáltak, ezért az intézet vezetését az akkor adjunktusi rangban levő, 1955-ben Szegedre kerülő Pórszász Jánosra bízta. Pórszász János mint megbízott tanszékvezető nagyon aktív – elsősorban diákköri – munkát indított el. Lefektette azon metodikai alapokat, melyek később lehetővé tették a korszerű neurofiziológiai vizsgálatokat. Kutatásait még a Palmer-féle kormozott kimográfán kezdte, később kezdett el korszerűbb eszközökkel dolgozni.



Pórszász János
(1923–1974)

Sokoldalú érdeklődési területeinek egyike a bulbaris cardiovascularis központok elektrofiziológiája és a vérnyomás szabályozásában betöltött szerepe volt. Ennek kapcsán hazánkban elsőként alkalmazott egysejt („single unit”) elvezetésére alkalmas üveg mikroelektrodát a vagus vasodepressor pályájának kutatása kapcsán (Pórszász és mtsai., 1959, 1962). Korát megelőzve ő vezetette be az ún. egyrostvizsgálatokat is a szenzoros idegekben és ezen belül a vagusban futó afferens rostok jellemzésére. Nagy csalódás volt számára, hogy 1958-ban nem ő nyerte el az intézetvezetői megbízást.

Obál Ferenc professzor kinevezése az Élettani Intézet élére új szint jelentett a szegedi élettan történetében. Ő volt az első civil, aki elektroencefalográfiával foglalkozott hazánkban (a katonai orvosi szolgálatban Walsa Róbert néhány évvel korábban vezette be ezt a módszert). Szegedre érkezése (1958) után bekapcsolódott a Földi Mihály által vezetett témába: a nyaki nyirokerek és az agyi működések kapcsolatának kutatásába. A probléma, amit kutattak, igen izgalmas volt. Az agyban nincsenek nyirokerek. Mégis, a nyaki nyirokerek lekötése, elzáródása számos agyi tünetet okoz. Ez a máig is rejtélyes probléma a szegedi kutatóhelyek példaszerű együttműködését eredményezte, és – ha német nyelven is – nagyszámú nemzetközi közlést (Csanda és mtsai., 1968) eredményezett. Sajnos Földi Mihály hirtelen Németországba távozása miatt e téma kutatása félbeszakadt, a nyirokrendszer és az agy kapcsolatára azóta sem derült fény. Az elektroencefalográfia viszont meghonosodott, amit egy

akkor világviszonylatban is kiváló Galileo gyártmányú EEG-készülék Szegedre telepítése segített elő.



Orbál Ferenc sr.
(1916–2013)

Obál Ferenc már Marosvásárhelyen, előző munkahelyén kezdett el a hőszabályozással foglalkozni. Szegeden ebből a témából írta tudományos doktori disszertációját. Elsősorban ismételten adott gyógyszerek hőmérsékleti hatásaival, valamint a hipoxiás hipoxia hőszabályozási és anyagcserehatásaival foglalkozott. A gyógyszerek kutatása kapcsán felismerte a születőben levő informatika, a szabályozáselmélet jelentőségét (Obál, 1966), és ebben az irányban értékelte eredményeit. Szegeden írta meg nagydoktori disszertációját a nagy hírű Kalmár László professzorral együttműködve. Emellett értékes munkát végzett a szegedi EEG-konzultáns szerepének ellátásával.

Madarász István akkor adjunktusként dolgozott. Ritka lehetőségként ösztöndíjat nyert 1967-ben Pármába, ahol Arnaldo Arduinivel dolgozott, majd Baselbe, ahol Marcel Monnier munkatársa lehetett. Itt ismerkedett meg és „hozta haza” mind a macska látórendszerének mikroelektródás kutatásának alapjait (Cavaggioni és mtsai., 1968), mind az átlagolt kiváltott vizuális potenciálok akkor Európában is ritkán alkalmazott technikáját. Nagy előrelépést jelentett az NTA-512 analizátor érkezése, amely bár eredetileg nukleáris mérésekre tervezett műszer volt, igen jó szolgálatot tett különösen a kiváltott válaszok vizsgálatában, és jelentős előrehaladást ért el az EEG

számítógépes analízisében. Szegeden történt az első magyarországi teljesítménysűrűség-spektrum számítása is.

Jelentősen javította az idegtudományi kutatások helyzetét Szegeden Fehér Ottó professzor kinevezése az akkori JATE Állatélettani, a későbbi Összehasonlító Élettani Intézete élére (1967). Szegeden az 1960-es években két egyetem volt. Ennek következményeként két idegtudományi kutatócsoport alakult ki: a SZOTE Élettani Intézete és a JATE Összehasonlító Élettani Intézete. A két intézet között jó a kapcsolat, bár az újszegedi élettan, ahogyan ezt Szegeden nevezik, inkább az Akadémia Szegedi Biológiai Kutatóközpontjával, illetve a Neurológiai Klinikával folytat kollaborációt.



Fehér Ottó

Fehér Ottó egy kisebb megszakítással 1988-ig volt tanszékvezető. Ezzel az addig csak morfológiával foglalkozó (és nagyszerű eredményeket elérő) intézet is bekapcsolódott az ideglettani kutatásokba. Fehér Ottó elsősorban metodikai tudásával tűnt ki. Világviszonylatban is nagyon hamar alkalmazta az üveg mikroelektrodát *in vivo* állatkísérletben. Sente Magdolnával végezte első szegedi kísérleteit (Sente és Fehér, 1976). Altatott macskán és patkányokon végzett kísérleteiben sikerült

az agykéreg működéséről új eredményeket elérni (Toldi és Fehér, 1980). In vivo körülmények között elsők között sikerült Szegeden az agykéreg auditorikus, motoros és asszociatív területeiről egysejttevékenységet regisztrálni. Ezenkívül agykérgen végzett fehérjeinkorporációs vizsgálatokat Rojik Imrével (Rojik és Fehér, 1980). Eredményei közül kiemelkedők a ganglion cervicale superiuson végzett elektrofiziológiai és biokémiai vizsgálatok, amelyeket Joó Ferencsel és Joachim Wolff-fal végzett (Wolff és mtsai., 1979).

Ezek voltak a kezdeti évek. Jellemző volt rájuk, hogy a 70-es évek végéig nem volt lehetőség a legtöbb kutató számára nyugati tanulmányútra, és az anyagi lehetőségek – legalábbis a két szegedi élettani intézet számára – meg lehetőségen korlátozottak voltak.

A második generáció

Az 1970-es évek közepén merült fel a kérgi EEG-szinkronizáció és a basalis előagy kapcsolatának problematikája. Az ekkor elért eredményekben nagy része volt ifjabb Obál Ferencnek, aki hatalmas munkabírással és lelkesedéssel vette rá az Élettani Intézet jelentős részét a téma kutatására. Kezdetben patkányok preoptikus areáját nagyfrekvenciás ingerléssel melegítve sikerült EEG-szinkronizációt kiváltani, majd a kapszaicin-előkezelés hatását vizsgálták melegben tartott patkányok alvására (Benedek és mtsai., 1976, 1980). Később Benedek György és ifj. Obál Ferenc szisztematikusan pontról pontra elektromosan ingerelte a basalis előagyat macskában. A vizsgálatok igazolták a preoptikus régió már korábban leírt szinkronizációs, hipnogén szerepét, sőt szisztematikus tanulmány bizonyította az ennél a régiónál rostralisabban fekvő tuberculum olfactorium hipnogén szerepét is. A vizsgálatok csúcspontján éber macskában random ingerléssel bizonyították a hipnogén hatást (Benedek és mtsai., 1981). A téma szisztematikus kutatása a 80-as évek derekáig tartott, és több nemzetközileg is sikeres közlemény jelent meg belőle. Érdekessége a vizsgálatoknak, hogy más csoportok ugyanennek a basalis régiónak deszinkronizáló, alvást gátló szerepét mutatták ki. Másik sikeres témájuk az antidepresszánsok alvásra gyakorolt hatásának vizsgálata volt. Erre gyógyszerügyi vizsgálatok kapcsán került sor. Mintegy ezen vizsgálatok melléktermékeként sikerült az amitryptilin, nomifensin és rolipram alvásra gyakorolt hatását összehasonlítani és a közös vonásokat meghatározni. Ezekben a vizsgálatokban oroszánrészt vállalt Lelkes Zoltán (Obál és mtsai., 1985).



Orbál Ferenc jr.
(1948–2004)

Ifjabb Obál Ferenc folytatta a külső hőmérséklet alvásra gyakorolt hatásának vizsgálatát (Obál és mtsai., 1980, 1995). Ezután – svájci és amerikai tanulmányútján tapasztaltakat felhasználva – elsősorban a növekedési hormon, annak felszabadító hormonja, a GHRH, valamint a prolaktin alvással és egyéb magatartással kapcsolatos szerepével foglalkozott. Kísérleteik szerint a GHRH a lassú hullámú alvást és a növekedési hormon szekrécióját is fokozza (Obál és mtsai., 1988). Az alvásfokozó és az anabolikus hatás együttesen nyugalmi, alvó állapothoz vezet. James Krueger professzorral közösen megalkotott alvássalmélete, mely munkásságának talán legjelentősebb eredménye, az alvás kialakulásának és szabályozásának multifokális jellegét hangsúlyozza. Ebben a növekedési hormon szerepe egyrészt az alvást generáló többes neurális kapcsolatokra, másrészt a szinaptikus struktúrákra gyakorolt általános hatása révén nyilvánul meg. Felismerték a citokinek jelentőségét az alvás keletkezésében, kimutatták, hogy a citokinek alvásokozó hatásukat egyrészt az endokrin és a neurotransmitter rendszer befolyásolása, másrészt direkt a neuronokra és a gliára kifejtett úton érik el (Krueger és mtsai., 1999, 2001). Magyarországon elsősorban Kapás Levente, Alföldi Péter és Szentirmai Éva voltak munkatársai. Sajnálatos módon ifj. Obál Ferencet korai halála megakadályozta munkássága kiteljesítésében.

Antal Andrea eredetileg az Összehasonlító Élettani Intézetben kezdte pályafutását. Utána évekig Bodis-Wollner Ivánnál dolgozott Amerikában. Szegeden az orvosegyetemi Élettani Intézetben folytatta munkáját, amelybe új színt hozott: az idegrendszeri betegségek vizsgálatát pszichofiziológiai módszerekkel (Antal és mtsai., 2000). Kéri Szabolccsal közösen szkizofrén, valamint Parkinson-kóros emberek vizsgálata mellett elkezdte a transzkraniális ingerléses vizsgálatokat is, amelyet később a Német Szövetségi Köztársaságban, Göttingenben folytatott.



Obál Ferenc sr. munkatársai körében
(1982)

Érdekes módon gyógyszerek és hőmérséklet-szabályozás témában a mai napig is folytatódnak az idősebb Obál Ferenc által megkezdett kutatások. Először a kalciumcsatorna-blokkolók és a morfium facilitációs interakcióját írták le munkatársai elsőként a világon. A későbbiekben Horváth Gyöngyi munkatársaival az alfa 2-adrenoceptor-agonisták és számos más, az aneszteziológiai gyakorlatban alkalmazott anyagok testhőmérsékletet és fájdalomérzést befolyásoló hatását vizsgálta meg szisztémás, majd pedig intratekális adás folyamán önmagukban, illetve számos kombinációban alkalmazva, amely eredményeket a szakma legjobb folyóirataiban publikálták (Horváth és mtsai., 2007). Ezen munkacsoport kísérleti módszerei közé bevette a telemetriás mérési technikát, amely alkalmas a testhőmérséklet és a motoros aktivitás hosszú távú regisztrálására szabadon mozgó állatban. A magatartás-farmakológiai laboratórium kifejlesztett egy krónikus szkizofréniás állatmodellt, amely számos magatartásteresztén igazolt olyan eltéréseket, melyek arra utalnak, hogy ezen állatok számos paraméter tekintetében képesek szimulálni hosszú távon a szkizofréniabetegséget (Petrovszki és mtsai., 2013). A magatartásvizsgálatok kiterjednek a kognitív és szenzoros kapuzás és a szociális viselkedés vizsgálatára is.

Benedek György 1980-ban Humboldt-ösztöndíjasként elsősorban Otto Creutzfeldt professzornál ismerkedett meg a modern neurofiziológiai és neuromorfológiai vizsgálómódszerekkel. Ekkor kezdett kibontakozni a párhuzamosan futó látópályák elmélete. Hazajövetele után egyrészt macskákon kezdte vizsgálni a corpus geniculatum laterale elkerülő látópályákat, másrészt a Szemészeti Klinika elektrofiziológiai laboratóriumával kollaborálva az emberi látópálya kutatásába is fogott. Munkássága alatt a fiziológiai és morfológiai kutatásokban Masao Noritával és Yoshemitsu Katohval közösen végzett kísérleteket a macska látórendszerében.

Nagy változást jelentett az Élettani Intézetben, amikor 1986-ban Benedek Györgyöt kinevezték tanszékvezetőnek. Két társprofesszorával, ifj. Obál Ferencsel és Jancsó Gáborral együtt egy modern, nyugatias élettani intézetet teremtett meg. Ebben jelentős szerepe volt a rendszerváltásnak, amely lehetővé tette a normális nyugati kapcsolatokat, valamint az egyetem vezetőségének, amely jelentős laboratóriumi területhez juttatta az Élettani Intézetet. Nagy szerepet játszott az intézet életében az angol, majd a német nyelvi oktatás bevezetése az orvostudományban, amely amellett, hogy fejlesztette az oktatók nyelvtudását, anyagilag is megváltoztatta az intézet háztartását.

A macska látórendszerének kutatása 30 éves munkával adatokat szolgáltatott az ún. második látórendszerhez, mely a colliculus superioritól a thalamicus extrageniculatus magokon, a nucleus suprageniculatuson és lateralis posterioron keresztül a kéreg extrastriatalis areájáig, a sulcus ectosylvius mentén húzódó látómezőig, illetve a sulcus suprasylvius körüli areákig és a nucleus caudatusig terjed. Ennek a rendszernek az elsődleges látórendszerrel eltérő tulajdonságai vannak. A multimodalitás, a receptív mezők egész látóteret betöltő jellege a retinotopikusan elrendeződő receptív mezők helyett, a panoráma látótérben megnyilvánuló topografikus megoszlás, a neuronok elsősorban mozgásra való érzékenysége mind arra mutat, hogy ez a látórendszer kiegészítő része (Benedek és mtsai., 1988, a,b, 1996).

Janáky Mártával végzett kísérletekben megteremtették a modern szemészeti elektrofiziológia magyarországi alapjait. Elsősorban a látókérgi kiváltott válasz magyarországi bevezetése fűződik nevékhöz, amelynek fejlődése során meghonosították a mintázott látókérgi kiváltott választ, a multifokális látókérgi kiváltott választ és a multifokális ERG-t is (Janáky és mtsai., 2007). Az elektroretinográfiában bevezették a régebbi, a módszer széles körű elterjedését gátló corneaelektrodát kiváltó bőrelektrodát és az ún. DTL-elektrodát, melyek könnyű alkalmazhatóságuk miatt hamar elterjedtek. Élettani vizsgálataikban elsősorban a sötétben történő (scotopicus) látás, valamint egyes betegségek és a magnocellularis pálya kapcsolatait vizsgálták. Kovács Ilonával

végzett közös kísérletükben kiderült, hogy a látórendszer fejlődése az iskoláskorban érik felnőtt szintre. Ez felvetette, hogy a parvocellularis és magnocellularis pálya érése nincsen szinkronban, a magnocellularis pálya fejlődése elmarad. Ennek tisztázására végeztek vizsgálatokat migrénes betegekben, színvakokban és az ember fejlődése során a kontrasztérzékenység vizsgálata segítségével. A magnocellularis pályával kapcsolatos kísérletekben nagy részt vállalt Braunitzer Gábor (Braunitzer és mtsai., 2010).

Kéri Szabolcs is a párhuzamosan futó látópályák iránt érdeklődött, bár filozófiai, pszichológiai érdeklődése változatos témák felé fordította figyelmét. Először Antal Andreával a Parkinson-kór során keletkező élettani jelenségeket kutatta, majd a szkizofrénia és a korai látópálya-károsodás összefüggését mutatta ki. Világviszonylatban is kiemelkedő eredményként elsőnek mutatta ki a retinális transzmisszióban létrejövő károsodást szkizofrén betegen (Kéri és mtsai., 2002). Ugyanúgy elsőik között mutatta ki x-fragilis szindrómában a magnocellularis károsodást (Kéri és Benedek, 2011).

Jancsó Gábor, egy híres orvosdinasztia harmadik tagja, az Élettani Intézetnek tanszékvezetője is volt 2009 és 2013 között. Munkásságáról részletesen a kötet külön fejezete foglalkozik. Itt is meg kell azonban említeni két fiatal munkatársa, Dux Mária és Sántha Péter nevét, akik önállóan is beírták a nevüket a szegedi idegélettani kutatások történetébe. Dux Mária az agyi erek beidegzésével kapcsolatban végzett alapvető kutatást (Dux és mtsai., 2012), Sántha Péter pedig patkány hátsó gyöki ganglionkultúrában az 1-es típusú vanilloid típusú receptorhoz tartozó áramok kannabiszérzékenységgel kapcsolatban írt le fontos eredményeket (Sántha és mtsai., 2004).

Bari Ferenc eredetileg az alváskutatásban tevékenykedett igen aktívan. Bad Nauheimben Klaus Pleschkától sajátította el az agyi vérkeringés és a véráramlás modern mérésének módszereit (Bari és mtsai., 1993). Miután meghonosította Szegeden a módszereket, az orrnyálkahártya vérkeringésével kapcsolatban folytatott eredményes kutatást. 1994-ben meghívást kapott David Busija laboratóriumába Winston-Salembe. Itt a legmodernebb módszerekkel és kutatási irányzatokkal ismerkedhetett meg. Hazajöve nagyon produktív kutatócsoportot hozott létre elsősorban Domoki Ferenc közreműködésével. Újszülött malacokon és patkányokon végzett kísérletekben a cerebrális iszkémia jelenségét, az agyi perfúzió befolyásolásának problémáit vizsgálta. Gazdag érdeklődési területe kiterjedt a spreading depression, a nitrogén-monoxid-szintáz és a mitochondrialis káliumcsatorna-nyitók agyi iszkémiában betöltött szerepének vizsgálatára is (Farkas és mtsai., 2006). Klinikai szempontból is érdeklődésre tartanak számot azok a kísérletei, amelyek újszülöttek asphyxia miatti 100%-os oxigén-belélegeztetés utáni problémáival foglal-

koztak (Domoki és mtsai., 2006). Farkas Eszterrel és T. P. Obrenovitchcsal együtt bevezette Szegeden a fluorescens, voltage-sensitive festékekkel végzett neuroimaging technikát (Bere és mtsai., 2014).

Kovács Gyula is a macska látórendszerével kezdett foglalkozni, később leuveni tanulmányútjának hatására egyre inkább a majom inferotemporalis areájának kutatásába folyt bele (Kovács és mtsai., 2003). Igazi érdeklődési területe a humán pszichológia volt, amit már szegedi évei alatt elkezdett vizsgálni. Kiteljesedését akkor érte el, amikor elhagyta Szegedet, és budapesti, illetve németországi pszichológiai laboratóriumokban kezdett dolgozni.

2009-ben lejárt Benedek György tanszékvezetői megbízatása. Egyedüli pályázóként Jancsó Gábor nyerte el a tanszékvezetői pályázatot és vette át az intézet vezetését. Nagy energiát fektetett az intézet megszilárdításába, műszerek beszerzésébe, a meglévő metodikák modernizálásába. Számos kitüntetést kapott tudományos és szervező munkájáért.

Fehér Ottó tanítványai közül legsikeresebb a tragikus sorsú Baranyi Attila volt, aki a tanszéket is vezette 1994 és 1996 között. Elsősorban az intracelluláris mikroelektrodával végzett kísérletei emelkednek ki munkásságából. Heterosynapticus facilitációval végzett tanulmánya a Nature-ben jelent meg (Baranyi és Fehér, 1981). Nagy érdeme, hogy modern neurofiziológiai műszerekkel szerelte fel az intézetet. Másik tehetséges tanítványa Toldi József volt, aki 1996 óta vezeti a tanszéket. Tanszékvezetősége alatt változott az intézet neve Élettani, Szervezettani és Idegtudományi Tanszékre. Toldi sokoldalú tudományos érdeklődést mutatott. Kezdetben az agykéreg multimodális területei és reprezentációs plaszticitása foglalkoztatták. Későbbiekben a perifériás idegek sérülése által okozott központi idegrendszeri változásokat, különösen az ún. cross-modal plaszticitást tanulmányozta (Farkas és mtsai., 2000, Négyessy és mtsai., 2000). Többféle metodikával vizsgálta és jellemezte a perifériás idegi sérülésekkel előidézett regenerációs, kompenzációs mechanizmusokat. Sikeres és gyümölcsöző volt Joó Ferencsel és Joachim Wolff-fal közel 20 éven át tartó kollaborációja. Az utóbbi 15 évben érdeklődése a neuroprotektió irányába fordult: a Vécsei László vezette Neurológiai Klinikával folytat értékes együttműködést a kinureninek neurológiai betegségekben játszott lehetséges szerepéről, a kinurénsav neuroprotektív hatásáról. Fülöp Ferenc gyógyszervegyésszel hármasban olyan szabadalmi oltalommal is védett, új kinurénsav-származékokat állítottak elő, amelyek többféle modellen is bizonyítottan jelentős neuroprotektív tulajdonsággal rendelkeznek, ugyanakkor a vér-agy gáton is könnyen átjutnak (Vécsei és mtsai., 2013). Toldi közvetlen munkacsoportjának több mint húsz éve tagja Farkas Tamás és Kis Zsolt, legújabbban Gellért Levente, de ebből a laborból indult a pályája olyan, ma már

nemzetközileg is ismert kutatóknak, mint Antal Andrea, Völgyi Béla vagy Horváth Szatmár.

Külön meg kell említeni Erdélyi Lajos nevét, aki hosszú évtizedekig igen jó lapokban közölte aprólékos, igényes kutatási eredményeit elsősorban az éticsiga (*Helix pomatia*) idegrendszerének működéséről. Tanszékvezető is volt 1988-tól 1994-ig.

A jelen, inkább a jövő

A jelen élettani kutatások fő jellemzője az, hogy megszűnik a neurofiziológia és a neuromorfológia eddigi merev elválasztása, a kutatók egyaránt használnak neurofiziológiai és neuromorfológiai módszereket is. Másik jellemzője az egyre költségesebb kutatási eszközök használata. Harmadik jellemzőként a genetika bevonulását említhetjük meg az élettani kutatásokba.

Tamás Gábor hosszabb oxfordi tanulmányútján Somogyi Pétertől sajátította el az idegtudomány alapjait. Szegedre visszatérve az Összehasonlító Élettani Intézetben helyezkedett el, és neuromorfológiai valamint neurofiziológiai vizsgálatokkal kezdett foglalkozni. Elsősorban agyszeleteken végez elektrofiziológiai vizsgálatokat, beleértve a patch-clamp technikát. Úttörő kezdeményezésként emberi operáció alatt eltávolított agyszeleten végzett vizsgálatokat. Kísérleteiben rendszeresen használja az immunhisztokémiát is. Vizsgálatai elsősorban az agy gátló interneuronjaira, így a neurogliaform sejtekre vonatkoznak. Értékes megfigyeléseket közölt az axo-axonikus sejtekről, a kérgi kandelábersejtekről, valamint a GABA szinaptikus és extraszinaptikus hatásairól. Nagy nemzetközi érdeklődéssel járt az a felismerése, hogy a GABA bizonyos körülmények között excitatórikus kapcsolatokat képes generálni (Szabadits és mtsai., 2006, Oláh és mtsai., 2009). A Magyar Tudományos Akadémia tagja lett 2012-ben, ezzel az első szegedi élettanász lett, aki elérte ezt a megtiszteltetést.

Sáry Gyula a néhai ifj. Obál Ferencsel kezdett dolgozni alváskutatóként, majd Benedek György mellett, az általa alapított, a macska látórendszerét vizsgáló elektrofiziológia-laborban dolgozott. 2013-ban Jancsó megbízása lejártával ő lett a tanszékvezető. Leuveni PhD-ja megszerzését követően tanulmányútjáról hazatérve Kovács Gyulával létrehozták az Élettani Intézetben a majom-látáslaboratóriumot. Fő témájuk az inferotemporális kéreg, az alak- és formálátásért felelős terület sejtjeinek elektrofiziológiai tulajdonságainak leírása volt. Vizsgálták, hogy milyen feltételek mellett tartják meg ezek a sejtek alakszelektivitásukat, továbbá azt, hogy multiszenzorosan ingerelhe-

tők-e (Sáry és mtsai., 1993, 2008). A laborban az utóbbi években egyre erősebben van jelen a pszichofizikai vonal is, bimodális, illetve pszicholingvisztikai kísérletek formájában is. A leuveni kapcsolat (G. A. Orban és R. Vogels) több közös szerzeményt, számos tanulmányutat és munkalehetőséget biztosított és biztosít ma is. A másik jelentős külföldi kapcsolat az USA-beli Vanderbilt Egyetemmel jött létre (V. A. Casagrande).

2009-ben Bari Ferenc professzor és Farkas Eszter tudományos főmunkatárs az Élettani Intézetet elhagyva az SZTE ÁOK Orvosi Informatika Intézet (2010. július 1-től Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet) tanszékvezetője, ill. tudományos főmunkatársa lett, de mindketten ma is aktív kollaborációs munkakapcsolatban vannak az Élettani Intézetben maradt munkatársakkal, melyet a közelmúltban Domoki Ferenc témavezetésével elnyert, a Nemzeti Agykutató Program részeként megjelenő közös pályázati támogatás is fémjel. Az Élettani Intézetben maradt munkacsoport Domoki Ferenc vezetésével folytatja az újszülöttek hipoxiás-iszkémiás enkefalopátiájának patomechanizmusát, ill. kezelését célzó kutatásokat. A kísérletek célja ma azonban már nem korlátozódik az agyfelszíni arteriolák aszfixiát követő 1–4 órán belüli vizsgálatára, hanem számos módszertani fejlesztésnek köszönhetően kiterjed a túlélés első 24 órás periódusára, az agykéreg komplex elektrofiziológiai, lézer folt-interferencia kontrasztanalízisen alapuló véráramlási és kórszövettani vizsgálatára. Jelenlegi vizsgálataink középpontjában az újraélesztéshez használt gázkeveréssel adagolható neuroprotekciónak lehetőségeinek vizsgálata áll.

Nagy Attila biofizikai alapokkal kezdte élettani intézeti pályafutását. Elsősorban Benedek Györggyel és Eördegh Gabriellával a basalis ganglionok, valamint a gyrus ectosylvianus anterior körüli látópályák kutatásába kapcsolódott be. 2003-ban nagyon eredményes tanulmányúton volt Bochumban Klaus-Peter Hoffmann-nál, ahol megismerkedett a majmokkal kapcsolatos elektrofiziológiai vizsgálatokkal. Tanulmányútjáról hazatérve a colliculus superiort, a nucleus suprageniculatust, a nucleus caudatust és a hozzájuk tartozó kérgi területek elektrofiziológiáját kezdte kutatni modern eljárások, elsősorban a neuronok közötti kapcsolatok statisztikai vizsgálata segítségével (Rokszin és mtsai., 2010). Három speciesen (ember, majom, macska) végzendő kutatásaihoz elnyerte a Nemzeti Agykutató Pályázat anyagi támogatását is.

Berényi Antal egyetemi és PhD-tanulmányait az orvoskari Élettani Intézetben töltötte. Ezek után került az amerikai Rutgers Egyetemre Buzsáki György laboratóriumába. Ismeretes, hogy sok magyar dolgozott már itt, de Berényi volt az első szegedi, aki itt tanulhatott. Berényi nagyon jól használta ki ezt a lehetőséget. Ő alkalmazta először a sokelektrodás regisztrálási technikát, és számos jelentős technikai előrelépést jelentő tanulmányba is bekapcsolódott

(Berényi és mtsai., 2014). Hazatérve – nagyrészt kinti közleményei alapján – a Lendület programba, valamint a fiatal kutatók számára kiírt európai programba is felvételt nyert – így tetemes grantok birtokában új laboratóriumot teremthetett magának, a többi között vírusgenetikai metodika megalapozásával is.

Utoljára, de nem utolsóként. A kutatással párhuzamosan nagyon aktív diákköri munka folyt az intézetekben. Számos kiváló kutató, akinek a pályája később más helyen teljesedett be, kezdte az Élettani Intézet(ek) diákkörében. Szolcsányi János, Szilárd János, Dobozy Attila nevétől kezdve Molnár Zoltánon keresztül, aki Oxfordban lett tanszékvezető, sok nevet fel lehetne sorolni. Egészen Túri Sándorig és Pál Attiláig terjed a sor, hogy csak néhány nevet említsünk a sokból, akik komoly eredményeket értek el. Összességében az Élettani Intézet az elmúlt 50 évben betöltötte azt a szerepét, amit egy orvostudományi intézettől el lehet várni. Végeredményben az orvosok ezrei, akiket Szegeden kiképeztek, valamennyien magukkal viszik az élettan tudását.

Irodalom:

- ANTAL A., KÉRI S., KOVÁCS G., JANKA Z., BENEDEK G.: Early and late components of visual categorization: an event-related potential study. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 9: 117–119. 2000.
- BARANYI A., FEHÉR O.: Synaptic facilitation requires paired activation of convergent pathways in the neocortex. *Nature* 290: 413–5. 1981.
- BARI F., ARIWODOLA J.O., PLESCHKA K.: Circulatory effects caused by intra-arterial infusion of AMP, ADP and ATP in the canine facial and nasal vascular beds. *J. Vasc. Res.* 30: 125–31. 1993.
- BENEDEK G., FISCHER-SZATMÁRI L., KOVÁCS G., PERÉNYI J., KATOH Y.Y.: Visual, somatosensory and auditory modality properties along the feline suprageniculate-anterior ectosylvian sulcus/insular pathway. *Prog. Brain Res.* 112: 325–34. 1996.
- BENEDEK G., HICKS T.P.: The visual insular cortex of the cat: organization, properties and modality specificity. *Prog. Brain Res.* 75: 271–8. 1988a.
- BENEDEK G., MUCKE L., NORITA M., ALBOWITZ B., CREUTZFELDT O.D.: Anterior ectosylvian visual area (AEV) of the cat: physiological properties. *Prog. Brain Res.* 75: 245–55. 1988b.
- BENEDEK G., OBÁL F. JR., JANCSÓ-GÁBOR A., OBÁL F.: Effects of elevated ambient temperatures on the sleep-waking activity of rats with impaired warm reception. *Waking Sleeping* 4: 87–94. 1980.

- BENEDEK G., OBÁL F. JR., RUBICSEK G., OBÁL F.: Sleep elicited by olfactory tubercle stimulation and the effect of atropine. *Behav. Brain Res.* 2: 23–32. 1981.
- BENEDEK G., OBÁL F. JR., SZEKERES L., OBÁL F.: Cortical synchronization induced by thermal stimulation of the preoptic area in immobilized rats. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 48: 65–72. 1976.
- BERÉNYI A., SOMOGYVÁRI Z., NAGY A.J., ROUX L., LONG J.D., FUJISAWA S., STARK E., LEONARDO A., HARRIS T.D., BUZSÁKI G.: Large-scale, high-density (up to 512 channels) recording of local circuits in behaving animals. *J. Neurophysiol.* 111: 1132–49. 2014.
- CAVAGGIONI A., MADARÀSZ I., ZAMPOLLO A.: Photic reflex and pretectal region. *Arch. Ital. Biol.* 106: 227–42. 1968.
- CSANDA E., FÖLDI M., OBÁL F., ZOLTÁN O.T.: Cerebral oedema as a consequence of experimental cervical lymphatic blockage. *Angiologica* 5: 55–63. 1968.
- DOMOKI F., ZIMMERMANN A., CSERNI G., BORI R., TEMESVÁRI P., BARI F.: Reventilation with room air or 100% oxygen after asphyxia differentially affects cerebral neuropathology in newborn pigs. *Acta Paediatr.* 95: 1109–15. 2006.
- DUX M., SÁNTHA P., JANCSÓ G.: The role of chemosensitive afferent nerves and TRP ion channels in the pathomechanism of headaches. *Pflugers Arch.* 464: 239–48. 2012.
- FARKAS E., TIMMER N.M., DOMOKI F., MIHÁLY A., LUITEN P.G., BARI F.: Post-ischemic administration of diazoxide attenuates long-term microglial activation in the rat brain after permanent carotid artery occlusion. *Neurosci. Lett.* 387: 168–72. 2005.
- HORVATH G., KEKESI G., TUBOLY G., BENEDEK G.: Antinociceptive interactions of triple and quadruple combinations of endogenous ligands at the spinal level. *Brain Res.* 1155: 42–8. 2007.
- JANÁKY M., PÁLFFY A., DEÁK A., SZILÁGYI M., BENEDEK G.: Multifocal ERG reveals several patterns of cone degeneration in retinitis pigmentosa with concentric narrowing of the visual field. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 48: 383–9. 2007.
- KÉRI S., JANKA Z., BENEDEK G.: Early-stage vision and schizophrenia. *Am. J. Psychiatry* 159: 678. 2002.
- KOVACS G., SARY G., KOTELES K., CHADAIDE Z., TOMPA T., VOGELS R., BENEDEK G.: Effects of surface cues on macaque inferior temporal cortical responses. *Cer. Cortex* 13: 178–188. 2003.
- KRUEGER J.M., OBÁL F. JR., FANG J.: Why we sleep: a theoretical view of sleep function. *Sleep Med. Rev.* 3: 119–29. 1999.

- KRUEGER J.M., OBÁL F. JR., FANG J., KUBOTA T., TAISHI P.: The role of cytokines in physiological sleep regulation. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 933: 211–21. 2001.
- NAGY I., SÁNTHA P., JANCSÓ G., URBÁN L.: The role of the vanilloid (capsaicin) receptor (TRPV1) in physiology and pathology. *Eur. J. Pharmacol.* 500: 351–69. 2004.
- OBÁL F. JR., ALFÖLDI P., RUBICSEK G.: Promotion of sleep by heat in young rats. *Pflugers Arch.* 430: 729–38. 1995.
- OBÁL F., ALFÖLDI P., CADY A.B., JOHANNSEN L., SARY G., KRUEGER J.M.: Growth hormone-releasing factor enhances sleep in rats and rabbits. *Am. J. Physiol.* 255: R310-R316. 1988.
- OBÁL F. JR., BENEDEK G., JANCSÓ-GÁBOR A., OBÁL F.: Tail skin vasodilatation and bath test in capsaicin-desensitized rats. *Pflugers Arch.* 387: 183–8. 1980.
- OBÁL F.: The fundamentals of the central nervous control of vegetative homeostasis. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 30: 15–29. 1966.
- OLÁH S., FÜLE M., KOMLÓSI G., VARGA C., BÁLDI R., BARZÓ P., TAMÁS G.: Regulation of cortical microcircuits by unitary GABA-mediated volume transmission. *Nature* 461: 1278–81. 2009.
- PETROVSZKI Z., ADAM G., TUBOLY G., KEKESI G., BENEDEK G., KERI S., HORVATH G.: Characterization of gene-environment interactions by behavioral profiling of selectively bred rats: the effect of NMDA receptor inhibition and social isolation. *Behav. Brain Res.* 240: 134–45. 2013.
- PORSZÁSZ J., BARANKAY T., SZOLCSANYI J., GIBISZER-PORSZÁSZ K., MADARASZ K.: Studies of the neural connexion between the vasodilatator and vasoconstrictor centres in the cat. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 22: 29–41. 1962.
- PORSZÁSZ J.: Electrophysiological analysis of repetitive responses on the saphenous nerve of the rat. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 15: 291–302. 1959.
- ROJIK I., FEHÉR O.: Correlations between glycine incorporation and cerebral cortical activity. *Exp. Brain Res.* 39: 321–6. 1980.
- ROKSZIN A., MÁRKUS Z., BRAUNITZER G., BERÉNYI A., BENEDEK G., NAGY A.: Visual pathways serving motion detection in the mammalian brain. *Sensors (Basel)* 10: 3218–42. 2010.
- SARY G., VOGELS R., ORBAN G.A.: Cue-invariant shape selectivity of macaque inferior temporal neurons. *Science* 260: 995–997. 1993.
- SÁRY G., KÖTELES K., KAPOSVÁRI P., LENTI L., CSIFCSÁK G., FRANKO E., BENEDEK G., TOMPA T.: The representation of Kani-

- zsa illusory contours in the monkey inferior temporal cortex. *Eur. J. Neurosci.* 28: 2137–2146. 2008.
- SZABADICS J., VARGA C., MOLNÁR G., OLÁH S., BARZÓ P., TAMÁS G.: Excitatory effect of GABAergic axo-axonic cells in cortical microcircuits. *Science* 311: 233–5. 2006.
 - SZENTE M., FEHÉR O.: Relation of unit spike discharges and evoked potentials in the auditory cortex of cats. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hung.* 48: 117–30. 1976.
 - WOLFF J.R., JOÓ F., DAMES W., FEHÉR O.: Induction and maintenance of free postsynaptic membrane thickenings in the adult superior cervical ganglion. *J. Neurocytol.* 8: 549–63. 1979.