

című tantárgy, mert az az igény, hogy valamilyen módon minél előbb találkozzanak a klinikummal is. Mi a tavalyi tanévben indítottuk a negyedéves hallgatók számára kötelező Orvosi képpalkotó eljárások című tantárgyunkat, amely a képpalkotó eljárások, CT, MRI, angiográfia stb. elméleti alapjait, illetve a szeletanatómiát, valamint a képpalkotó módszerek fizikai alapjait integráltan tartalmazza. Ez azt jelenti, hogy a hallgatók anatómiai preparátumokat és képpalkotó módszerekkel kapott felvételeket egyszerre viz-

gálnak és értelmeznek. Társintézetünkben rendszeresen folyik klinikai anatómia oktatás is kötelezően választható kurzus keretében.

És persze abban is változott az oktatás Szentágothai óta, hogy az angol és német nyelvű képzés bevezetésével jóval több oktatói feladat hárul ránk, és az egyes hallgatókra kevesebb figyelem jut, mint amennyit a Mester ideálisnak tartana.

Kulcsszavak: *funkcionális anatómia, szemléletváltás, oktatás, integrált tantárgy*



ÖTEN A RENESZÁNSZ ANATÓMUSRÓL

Szentágothai János legenda lett. Az emlékezők nagy lelkesedéssel idézik föl alakját, a „reneszánsz embert”, de tudósi találékonyságáról csak a szakemberek tudnak igazán. Azok, akik tanítványai lehettek, és azok is, akik nem. Agy- és idegkutatók, műtőben dolgozó sebészek és mindazok, akik az ő könyvéből tanulták az anatómiát. Tudósi eredetiségéről és nagyszerűségéről négy agykutatót és egy idegsebészt kérdeztünk meg. Várkonyi Benedek és Gimes Júlia összeállítása.

*Buzsáki György,
a New York-i Egyetem professzora*

Ön nem Szentágothai tanítványa, hanem Grastyán Endréé, de Szentágothaitól mindenki tanulhatott. Mit köszönhet ön közvetve Szentágothainak?

A legfontosabb számomra talán a nagysága. Ha Magyarország kerül szóba idegtudósok társaságában, előkerülnek a nevek, és a rövid lista, amely Szentágothaival kezdődik. Nemcsak nemzetközileg volt híres – híres emberből és tudósból sok van –, hanem egyúttal reneszánsz ember volt, akire mindenki nagyon szívesen emlékszik vissza. Olyan kultúrember, akivel akármiről lehetett beszélni, nemcsak az anatómiáról.

Szentágothai Magyarországon dolgozott. Ön most az Egyesült Államokban él. Ott mennyire ismerik az ő munkásságát?

Általában mindenkitől csak egy-két dolog marad fenn. Einsteinról például azt tudják, hogy a relativitáselmélettel foglalkozott, pedig

sok minden más is érdekelte. Az idegtudományban Szentágothai neve a kérgi moduláris szerkezettel kapcsolatban kerül elő. Az anatómiát olyan szinten művelte, hogy abból rögtön kivilágolt a funkció. Ma is csaknem mindenki tudja a szakmában, hogy ki az a John Szentágothai, mert a kérgi moduláris szerkezet a mai napig az ő nevéhez fűződik.

A funkcióról beszélt az imént. Szentágothainak van egy nevezetes mondása: „a szerkezetben a működés a legszebb”. Ez egyszersmind másfajta szemléletet is jelent? Vagyis hogy nem statikusan nézzük az agyat, hanem működése közben, és így próbáljuk megérteni ezt a végtelenül bonyolult szerkezetet?

Igen, de ez nála nem abban nyilvánult meg, hogy a funkciót kutatta – noha ezzel is foglalkozott –, hanem abban, hogy az agy szerkezetében egyszerűen meglátta – mint Santiago Ramón y Cajal, a másik világnagyság anatómiában –, hogy mi lehet e szerkezet

funkcionális célja. Hogyan lehet a szépséget és a kapcsolatrendszeret valamilyen formává varázsolni, hogy az adott funkciót szolgáljon. A korábbi anatómiai megközelítés inkább a részek leírására alapozódott. De már a múlt század elején nagyon komoly folyamat indult el a biológiában, amelynek az volt a lényege, hogy a struktúrának sok variánsa lehetséges, ezek matematikailag leírhatók, és a legfontosabb, hogy a formai varianciának vannak funkcionális következményei. Ez a szemlélet nagyon lassan bandukolt át a biológiából az idegtudományok felé. Ezt Szentágothai elsőként ismerte fel, és ettől fogva minden magyarázata, minden biológiai megnyilvánulása ebből a meglátásból indult el. Ez a legszebben talán a tanítványai révén valósult meg.

Nagyon összetett és bonyolult dologról beszélgetünk. Amikor agykutatásról van szó, akkor idegek, neuronok, hálózatok lebegnek a szemünk előtt. Am beszélnünk szépségről, formákról is. Említette, hogy Szentágothai reneszánsz ember volt. Vagyis olyan, nagy műveltségű valaki, aki a tudományon kívül is sok mindenben tájékozott volt. Ez a fajta szemlélete mennyiben segíthette ahhoz, hogy közelebb kerüljön az agy megismeréséhez?

Sokféle módon lehet megközelíteni, hogy mi viszi előre az ember gondolkodását. El tudok képzelni olyan valakit, aki foglalkozik a tudományával, azon belül mindent átlát, logikusan megoldja a problémákat, ragyogó kísérleteket végez el, és amellet amatőr módon esetleg valamilyen művészettel is foglalkozik. Sok esetben a munka során előbb-utóbb, vagy talán mindjárt az elején ez a kettős világ össze-forrhat. Szentágothainál erről volt szó. Amikor azt mondom, hogy meglátta a szépséget a tudományban, akkor ezen azt értem, hogy nagyon fontos, hogy az ember mindig azt az

oldalt lássa és tekintse szépnek, ami harmóniával rendelkezik. Amiben meglátja, hogy a vizsgálat tárgyának valamilyen célja, fontos következménye lehet. Tehát nemcsak azt kell nézegetni, hogy valami színes vagy nem színes, egyenes vagy nem egyenes. A rejtett lényeg meglátása rendkívüli absztrakciót igényel. Mondok egy példát. Lehet ún. *fraktálok*, mindenféle pacni mintákat produkálni egy egyszerű, trükkös matematikai egyenlet segítségével. Elindítok egy programot, és egy vagy két órán belül tízezer fraktálmintát tudok produkálni a képernyőn. De hogy ezek közül melyik az a kettő, három, amelyben esztétikai gyönyörűség is van, ahhoz egy művész szemre kell. Neki megvolt ez a művészi látása, és tudta, látta, hogy ezek a kapcsolatrendszerek hogyan épülnek föl. Ezt a látásmódot talán úgy illusztrálhatjuk, hogy például mi földi halandók csak egy szénakazlat látunk. A Szentágothai-típusok viszont felfedeznek a szénakazalban valamilyen érdekes struktúrát, például, hogy a kazal elemei milyen szabályszerűségek szerint állnak össze. Ebből a meglátásból jön a megértés, például, hogy miért van a kazalnak ilyen alakja, milyen célt szolgál, és mi történik akkor, ha ez az egész nedves lesz stb. Én ezt a meglátást hívom szépségnek: annak a megismerését, hogy rájövünk valami rejtett dologra, amin keresztül megértjük a rendezettség eredetét, logikáját.

Ön egyszer arról beszélt egy interjúban, hogy az információelmélet mennyire fontos az agy kutatásában és megértésében. Szentágothai egy korábbi korban kezdte el kutatni az agyat, akkor, amikor az információelmélet még nem robbant be annyira a tudományba. Mennyire közelítette meg mégis ebből a szempontból az agyat, anélkül, hogy rendelkezésére állt volna a mai korszerű információelmélet?

A géniuszoknak többféle ismertetőjele van. Az egyik az, hogy nagyon sok mindent és nagyon szépen, szakértelemmel tud csinálni. De egy másik nagyon fontos ismertetőjegye, hogy ha nem tudja is csinálni, megérzi, hogy mi a fontos. Szentágothai nem volt matematikus, nem volt mérnök, nem volt fizikus. Mégis, az, amit ma idegrendszeri modellezésnek hívunk, az ő meglátásából indult. Ő rögtön látta, hogy a matematikai modell mögött valamilyen óriási erő van, még ha az egyenleteket nem értette is. Talán tudat alatt még azt is érezte, hogy ezt Magyarországon is érdemes csinálni, mert Magyarországon a matematikát, fizikát mindig jól oktatták. És ráadásul ez a korszaka akkor indult, amikor ő az agynak talán egyik leggyönyörűsebb részével, a kisaggyal foglalkozott, amelyben a neuronok esztétikai elrendeződése lenyűgözően szép. Elképzeltetlen, hogy ebből ne fakadjon valamilyen nagyon fontos funkció. Tehát azt az ötletet, amely a világon már több helyen megszületőben volt, ő a világra hozta. És egy csapatot gyűjtött maga köré. Mindig hangoztatom, hogy az idegrendszeri modellezés Magyarországon kezdődött, és ez a Szentágothai iskolájához fűződik, bár ennek az elismerése külföldön nincs meg.

A tudomány nagyon sok tétele elavul; olyanok, amelyek a saját korukban igazaknak bizonyultak. Vannak a tudományban úttörők. Szentágothai mennyire volt úttörő, és mennyire folytatható mindaz – esetleg más utakon –, amit ő elkezdett?

Vissza kell térnünk a legnagyobb felfedezésére, az agykéreg moduláris szerkezetére. Ezzel olyan típusú elvet fedezett föl, vagy vitt előre, amelynek segítségével az idegrendszer volumenének növekedése mind az egyedfejlődésben, mind a törzsfjlődésben magyarázható.

Hogyan lehetséges, hogy néhány alapvető szabály segítségével az egészen kicsi egészen nagyvá tud megnövekedni? A modularitásnak az a lényege, hogy egy meglévő szerkezeti egység sokasodik bizonyos elvek alapján, és ráadásul úgy, hogy a köztük levő kommunikáció nem csökken annak ellenére sem, hogy a modulok sokasodás közben fizikailag távol kerülnek egymástól. Ezt a felismerést nem lehet tőle elvenni, nem lehet helyettesíteni, ez nem fog elvülni, ez mindig az övé marad.

Ez a fajta összetett világszemlélet, amely különösen előtérben tartja a művészetet, nagyobb előnyt jelent az agykutatásban, mint például a szív kutatásában?

Soviniszta lennék, ha azt mondanám, hogy az agykutatásban a gondolkodás módja más, mint más diszciplínákban. Minden kutatásban van komplexitás, van nehézség. A meglátás, a belelátás, a felfedezés, az „aha” pillanat mindig valamilyen komplex jelenségből jön. Ez azok számára világos igazán, akiknek megvan az a lehetőségük, hogy több világban egyszerre működjenek. A zenének saját belső világa van, a vizuális világ egészen más meglátási lehetőséggel rendelkezik. Aki a képeket nézi, az szemlélődik, de aki fest, mint Szentágothai, az egy másik oldalról ismeri meg a színeket: a munkálkodás oldaláról. Ezt a megismerést, látásmódot át lehet vinni egy másik terület új módon való feltárására. E képességhez persze olyan idegrendszer szükséges, amely nem mindenkié van meg. Van néhány ismert matematikus, aki úgy dolgozik, hogy képletesen letezi az asztalra a számokat és a képleteket, és mintegy térben elrendezve látja a több szálon futó problémákat. Erre az átlagember képtelen. Van egy-két filmrendező barátom, ők azt mondják, hogy a szemük előtt látják a film kialakulását, az

egész evolúcióját, mielőtt még az megtörténne. Erre én képtelen vagyok. Viszont valami hasonlóról van szó a tudományos gondolkodásban is. A tudományban az a fontos, hogy az ember tizenöt lépéssel előre tudjon gondolkodni, és az útvesztőket valamilyen módon tudatosan vagy tudat alatt elkerülje. Erre képezni kell az idegrendszert, és ebben nagyon jól jönnek azok a tapasztalatok, amelyek nem feltétlenül onnan erednek, amit minden nap csinálunk, hanem valahonnan máshonnan, ahol a meglátás módja egészen más, mint például a művészetekben.

Említettük, hogy Ön nem Szentágothai tanítványa. Azt a szemléletet, amely egyszerre összpontosít a tudományra és a művészetekre, el lehetett tanulni tőle közvetve is? Egy szemléletet, ami azután többletet adhat az agykutatásban, vagyis abban a munkában, amelyet Ön az agykutatásban végez?

Ez nagyon érdekes kérdés, mert a tanítványok mindig mások, mint a mesterek. Én saját mesteremet, Grastyán Endrét magam előtt látom, de mégsem tudnék olyan lenni, mint

ő. Nem azért, mert nem igyekszem, hanem mert az én világom egészen másképp működik. Szentágothainak rengeteg kiváló tanítványa van, többek között a két legjobb barátom, Somogyi Péter és Freund Tamás, akik ugyanolyan magas szinten művelik tudományukat, mint mesterük, mégis egészen más emberek. Nem jobbak vagy rosszabbak, hanem egyszerűen mások. Amikor kijöttem Amerikába, olyan típusú embereket kerestem, mint Grastyán volt, mert azt hittem, hogy a jó tudós olyan ember, mint az én mesterem. Az volt az első meglepetés, hogy rádöbbentem, nagyon sokféle személyiség típus lehet nagyon okos és sikeres egy tudományban. A mi szakmánkban is vannak arrogánsok, művészek, keményen dolgozó hallgatók emberek, sokféle módon lehet eljutni a megértés csúcsához. Ahhoz viszont, hogy valaki kommunikálni tudjon a társadalommal, olyan típusú készség kell, ami nagyon kevés embernek adatik meg. Szentágothai nagyon jó kiállású, nagyon jól beszélő, lenyűgöző stílusú, ugyanakkor óriási műveltséggel rendelkező egyéniség volt. Ez nagyon sokat számított a pályáján.

Dóczy Tamás idegsebész professzor,

a Pécsi Tudományegyetem Idegsebészeti Klinikájának igazgatója

Ön gyakorló idegsebész, és a sebész munkája más, mint a kutatóé. Hétköznapi munkájában tudja használni azokat a kutatási eredményeket, amelyeket Szentágothainak köszönhetünk?

Amikor az ember műt, nem Szentágothai Jánoson morfondírozik. De az ő felmenői között van egy nagyon híres sebész, a dédapja, Lumniczer Sándor. A Lumniczer-fogót még ma is kézbe vesszük néha.

Amikor előkészít egy műtétet vagy operál, abban mennyire van benne Szentágothai munkája?

Nagyon sok mindenben. Szakmai képzettségünkben nagyon sokat köszönhetünk Kiss Ferenc és Szentágothai János *Az ember anatómiájának atlasza* című művének. Abból tanultunk. Háromdimenziós anatómiai tudás nélkül nincsen sebészet. Márpedig ahhoz, hogy a sebész fejében saját, háromdimenziós

anatómiai rendszer alakuljon ki, komoly tanulmányok szükségesek. Szentágothai lehetetlen újítást vezetett be az anatómiai oktatásban. Mi nemcsak mechanikus célként tanultuk az anatómiát, de funkcionális összefüggéseiben is. Az agyban 10^{12} idegsejt van, elképesztő pályarendszerrel, ezért úgy kell tudni az anatómiát, hogy a hálózati, működési struktúrát is lássuk. Ez is Szentágothainak köszönhető. Ő anatómiai tanulási szemléletünkben újító volt; ez a látás, ez a belénk sulykolt, tanulással és műtéti tapasztalással is kialakult anatómiai rendszer mint térháló működik a fejünkben. Ez navigál bennünket a műtétek során, ebben is jelentős szerepe van.

Azt mondják, hogy az egységes agymodell az ő sajátos látásmódja volt. A gyakorló sebész számára ez mit jelent? Az Ön „agyképét” – nem tudom, lehet-e ezt így mondani – mennyiben alakította Szentágothai tanítása, útmutatása?

Az ő könyvéből tanultunk mindent, és ez alapvető. A beteg bejön valamilyen panasszal, az ember fölveszi az anamnézist, kikérdezi. Bizonyos algoritmusaink, munkahipotéziseink vannak arról, hogy mi állhat emögött.

Freund Tamás neurobiológus,

az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetének igazgatója

Szentágothai munkásságában volt egy új elem, annak bizonyítása, hogyan kapcsolódnak egymáshoz a neuronok. Mennyiben volt ez csakugyan új, és honnan merítette az ötletet?

Maga az elmélet, vagyis hogy az idegsejtek nem folytonos hálózatot képeznek, hanem különálló egységek, amelyek kapcsolódnak, kommunikálnak egymással, nem Szentágo-

Egy „panaszsalátával” érkezik; lehet, hogy van agydaganatra utaló tünete, ugyanakkor neurotikus, elhagyta a felesége, elvesztette a munkáját. Az embernek ebből a „salátából” munkahipotézist kell felállítania arról, hogy mi lehet az az összefüggés, amely mögött egy betegség áll. Amikor kialakul a hipotézis, morfológiai vizsgálatokat végzek, hiszen sebész vagyok. Morfológiai elváltozásokat keresek, megcsináljuk a CT-t, MR-t, és látjuk, hogy mi a kóros. Ez alapján fölállítjuk a diagnózist. De amikor a műtőbe megyek, és be kell rajzolni, hogy hol nyitjuk meg a koponyát, akkor az embernek igenis van saját anatómiai rendszere, ahogyan utalt is rá. Ha behunom a szemem, akkor látom, hogy az a valami hol van, hogyan viszonyul a többi agyi képlethez. Hogyan jutok oda, milyen úton tudom megközelíteni az operációs mikroszkóp alatt. Hiszen olyan utakat kell választani – úgynevezett természetes országutakat –, ahol nem sértem az agyszövetet. Ezek az utakon haladok, és jutok el a célponthoz. Tehát ahhoz, hogy az ember térben megtervezzen egy műtétet, ahhoz anatómiai rendszerben kell gondolkodnia. Mint az igazi sakkozó, aki behunyja a szemét, és fejben sakkozik.

Szentágothai volt csakugyan az, aki talán az első igazán meggyőző bizonyítékot szolgáltatotta éppen a kontinuitás-elv ellen, a kontiguitás-elv mellett. Azaz, hogy az idegsejtek hosszú nyúlványokkal rendelkeznek, de ezek nem folytatódnak egymásban, hanem közöttük közvetlen membránkontaktus van, és ezeken a pontokon az ingerületnek át kell terjednie az egyik idegsejt nyúlványáról a fogadó idegsejt nyúlványára. Én személyesen is láthattam Apáthy István egy-egy preparátumát. Az ő ezüstözési eljárásával még a gyakorlott szem számára is úgy nézett ki, mintha az egyik idegsejt nyúlványa, az axon, egy másik idegsejt fogadónyúlványában folytatódott volna, például egy dendrittüskében; mintha ezek az ezüstözéssel láthatóvá tett filamentumok, szálak folytatódtak volna az axonból a dendrittüskébe. Ma már tudjuk, hogy ezek nem folytatódnak. Ahol az axonnak vége van, ott kezdődik a másik sejt, és közöttük van a szinapszis, ahol az elektromos impulzus egy kémiai anyag közvetítésével képes áterjedni egyik idegsejtről a másikra. Ma már ezt könnyen állíthatjuk, hiszen fény- és elektronmikroszkóp segítségével kiválóan láthatók és vizsgálhatók a szinapszisok. Ám amikor ezek a viták folytak, az 1800-as évek végén, az 1900-as évek legelején, ezt nem lehetett így vizsgálni, az elektronmikroszkóp csak hatvan-nyolcvan évvel később jelent meg. Ennek eldöntésére más módszerekhez kellett folyamodni. Itt jött Szentágothai zsenialitása, méghozzá, ha jól tudom, huszonegy éves korában, a harmincas évek közepévége felé. Degenerációs módszert alkalmazott arra, hogy a kontinuitás teóriáját cáfolja.

Mi ez a degenerációs módszer?

Azon alapul, hogyha egy idegsejt sejttestét elroncsoljuk, vagy egy nyúlványát átvágjuk,

akkor előbbi esetben az összes, utóbbiban az átvágott nyúlványok elkezdnek degenerálódni. Ezeket a pusztulófélben lévő nyúlványokat egy érzékeny ezüstözési eljárással szelektíven láthatóvá lehet tenni. Ezt a módszert – ha jól tudom, Bielschowsky-technika a neve – annak idején Szentágothai már kezdő kutató korában elsajátította, és a roncsolást követően ezzel szelektíven láthatóvá tette a degeneráló sejtet. Így mikroszkópban tudta követni a degeneráló idegnyúlványokat, és igazolta, hogy ahol a degeneráció befejeződik, ott van vége az egyik idegsejtnak, és kezdődik a másik, amelyen ez a degeneráló nyúlvány kontaktust létesít, és itt adja tovább az impulzusokat. Akkor még nem tudták, hogy hogyan. Tehát azt, hogy egy-egy idegsejt önálló entitás, a többitől függetlenül is működni és sok mindent túlélni képes egység, ez, a degenerációs módszer bizonyította először ékesen. Maga az elmélet korábban született, mint Szentágothai.

Szentágothai János szoros összefüggést látott az agy szerkezete és működése között. Önnek mint Szentágothai tanítványának mit jelent ez a látásmód?

Az egész tudományos pályafutásom szempontjából talán ez a legfontosabb és legmeghatározóbb iránymutatás, amit Szentágothaitól kaptam. Ő anatómusként a struktúrát vizsgálta, a halott struktúrát, hiszen a mikroszkópos vizsgálatokat csak ilyeneken lehet végezni. A szerkezet feltárása elvezethet a működés megjósolásához, ám ehhez lényeglátásra, gazdag fantáziára és logikus gondolkodásra van szükség. Olyan látásmódra, amellyel az ember szisztematikusan keresi a szerkezet mögött az élő szöveti funkciót. Sokan meglegszenek az egyszerű leírással, de ő meglátta ezekben a hihetetlen kusza hálózatokban, a végtelenség-

ig bonyolult, de gyönyörű rendszerben azt, hogy a működés szempontjából mi fontos, és mi az, ami elhanyagolható. Például fontos-e az, hogy egy adott agykérgi területen az idegsejt sejtteste pontosan melyik rétegben van, vagy ez elhanyagolható, és sokkal fontosabb a nyúlványaik réteg szerinti eloszlása. Ha az ember a működési elveket szeretné megismerni, akkor nem a funkcionális szempontból jelentéktelen anatómiai részletek leírásával tölti az idejét, hanem jó szimattal ráérez a különbségekre, amelyek valóban ok-okozati kapcsolatban állnak egy működésbeli sajátosság megjelenésével. Mindez egészen más hozzáállást igényel, és azt hiszem, egész más kutatói típus, jellem az, aki eleve ilyen szemmel ül a mikroszkóphoz. Szentágothai ilyen szemmel ült a mikroszkóphoz, megvolt hozzá a hihetetlen lényeglátása és fantáziája. Persze ilyenkor az ember egy kicsit kockáztat is azzal, hogy megérzés alapján kiragad bizonyos elemeket ebből a gyönyörűszerkezetből, és azokra helyezi a hangsúlyt. Lehet, hogy éppen egy kritikus elemét hanyagolom el a rendszernek. Csak a későbbi fiziológiai, molekuláris- vagy viselkedésbiológiai kísérletek tudják majd bebizonyítani, hogy jól jártam-e el, amikor erre vagy arra fókuszáltam. Szentágothainak a működésre vonatkozó következtetéseit az esetek igen nagy százalékában fényesen igazolták a későbbi funkcionális vizsgálatok.

Ez azért volt így, mert nagyon képzett volt, és az ismeretei korszerűek voltak, vagy különleges érzéke volt ahhoz, hogy adott szerkezetben vagy a működésében megsejtsen valamit, amit egzakt módszerekkel talán nem is lehet megtalálni?

Mindenképpen különleges érzéke volt, és én ma is úgy gondolom, hogy csak abból lesz

igazán jó kutató, és csak az fog teljesen eredeti dolgokat fölfedezni, akinek orra van hozzá. Nem elég nagy és korszerű ismeretanyaggal rendelkezni, sok cikket elolvasni. Ha nincs az illetőben az az istenadta tehetség, hogy képes meglátni valamiben a működés szempontjából relevánsat, akkor hiába gyűjtögeti az információt. Szentágothaiiban benne volt ez a képesség a lényeg azonnali meglátására. Ez szerintem úgy alakul ki az emberben, ha nagyon szereti a kutatásának a tárgyát; ha a lelkesedés, ha a hozzáadott emocionális érték megvan a kutatásban. Ilyenkor maguktól jönnek a jó meglátások és eredeti gondolatok.

Mindenki azt mondja Szentágothairól, hogy reneszánsz ember volt, és hogy nemcsak a tudományához értett, hanem az élethez is. Jártas volt a művészetekben, és próbálta átfogóan nézni az egész létezését. Ez a szemlélet mennyiben segítette őt hozzá az agykutatásban elért eredményeihez? Vagyis mennyire volt szükséges ez az univerzális látás ahhoz, hogy valami többet fedezzen föl az agyból?

Mindenki számára fontos, hogy gazdag belső világgal rendelkezzen, az érzelmvilág gazdagságát pedig leginkább a művészetek képesek fokozni. Ha körülnézünk a nagy tudós egyéniségek között, alig találunk olyant, aki ne foglalkozott volna aktívan valamilyen művészeti ággal. Szentágothai festett, Einstein hegedült, és lehetne folytatni a sort. Ennek valamelyest már értjük a neurobiológiai hátterét is, hiszen a tanulás- és memória-folyamatok az agykérgi oszcillációktól függenek, amelyeket olyan kéregalatti ősi pályák gerjesztenek és tartanak fenn, amelyek motivációs és érzelmi impulzusokat szállítanak. Tehát minél gazdagabb az érzelmvilág, motiváltság, megismerni vágyás, pozitív gondolkodás,

annál intenzívebben lesz képes az agyunk gerjeszteni azokat az agyhullámokat, amelyek a tanulás hatékonyságáért felelősek.

A nagy tudósokat általában az jellemzi, hogy valami nagy felfedezés fűződik a nevékhöz, ugyanakkor ezek a tudomány működése folytán sokszor elavulnak, mert új ismeretek jönnek, és másképp látjuk azokat a dolgokat, amiket a nagy felfedezők láttak meg. Szentágothai útja ma mennyire folytatható? A mai agykutatás mennyire épül azokra az alapvetésekre, amelyeket ő tett meg?

Biztos vagyok benne, hogy ezek az alapvetések maradandó értékek, és a mai modern agykutatás is épít ezekre az eredményekre. Szentágothai bármilyen agyterülettel foglalkozott is, képes volt olyan eredményeket letenni az asztalra, amelyek máig érvényesek, tankönyvi adattá váltak, legtöbb esetben sajnós név nélkül. Beszélhetünk itt a kisagy és a nagyagykéreg sejtálózatairól, vagy a hipotalamo-hipofizeális rendszerről, azaz, hogy az agynak egy bizonyos része hogyan szabályozza az egész hormonháztartásunkért felelős agyalapi mirigyét a portális keringésen keresztül. Akárhová nyúlt, mindenütt aranyat lelt, és alapvető felfedezésekkel gazdagította az adott területet. Ezekre a mérföldkő jelentőségű felfedezésekre nem lehet rálegyinteni, legfeljebb azt tudják megtenni, hogy köztudott ismeretanyagként kezelik, és az eredeti forrást nem idézik. Mert a kutatás sajnós úgy működik, hogy egyes kutatók néha új módszerekkel elkezdi ugyanazt leírni, újrafelfedezni, és szándékosan vagy véletlenül elfelejtik említeni azokat, akik ezt már korábban, mára elavult módszerekkel, de megmutatták. Ha ma egy kicsit elegánsabban, mutatósabb technikával, de ugyanazt mutatják meg, és elfelejtik idézni Szentágothait, akkor ennek

sajnos az lesz a következménye, hogy a szakirodalomban a továbbiakban már erre a modernebb technikával újra leírt eredményre fognak hivatkozni, és nem az eredetire, nem Szentágothaira. Tehát a „nagy öregek” korszakalkotó cikkeit szép lassan egyre kevésbé idézik, és ez nem méltányos.

Ön tanítványa volt Szentágothainak. Személy szerint mit köszönhet neki, mi az, amiért nagyon hálás, mint tanítvány a mesterének?

Amikor Szentágothai intézetébe kerültem, az akadémiai kutatócsoportba, akkor ő már rendkívül elfoglalt tudós volt, az Akadémia elnöke, parlamenti képviselő, és számos olyan adminisztratív, országos tudománypolitikai funkciója volt, ami nem tette lehetővé, hogy napi szinten a laboratóriumban véleményt mondjon bárkinek a munkájáról. Az én kezemet kezdettől fogva Somogyi Péter fogta, ő volt tulajdonképpen a mesterem a minden napokban, tőle tanultam a technikákat is. Tehát ebből a szempontból én inkább Szentágothai-unoka vagyok, mint tanítvány. Mégis nagyon sokat épültem beszélgetéseinkből; akárhányan álltak is sorba az ajtaja előtt, ha Somogyi Péter vagy én szóltunk föl a titkárnőjének, hogy professzor úr, van valamilyen új, izgalmas felfedezés, akkor mindig minket részesített előnyben, az összes egyéb tanszéki, politikai vagy akadémiai üggyel szemben. Vagy ő jött le azonnal, ha mikroszkópba kellett nézni, vagy én vihettem föl fotókat és egyéb anyagokat megmutatni neki. Amiért a leghálásabb vagyok, az a már emlegetett funkcionális látásmód, hogy az ember eleve úgy ül le a mikroszkóphoz, és úgy kezd el vizsgálni egy bizonyos kérdést, hogy akár mennyire is a halott szerkezetet nézi, mindig megpróbálja meglátni benne a működő há-

lózatot. És azt, hogy ennek mi köze lehet az adott agyterület funkciójához, vagy akár az egész állat szintjén a viselkedéshez. Nagyon csodáltam az emberségét, a hitét; magam is gyakorló keresztény ember vagyok, és az ő személyében az életnek ez a fontos része is megerősítést nyert, hiszen akkoriban, a kommunista rendszerben megpróbálták neveltségessé tenni azokat a tudósokat, akik istenhívők voltak. Nekem ő ebben is fantasztikus támasz és példakép volt, hiszen sohasem rejtette véka alá a hitét. Nagyon sokat jelentett nekem a hihetetlen érzelmegzaltsága, lelkesedése is. Bennem is megvolt mindez, tizenhét éves koromtól beleszerettem az agykutatásba, a szerkezet szépségébe, logikájába. Különböző könyvekben olvastam, nézgettem képeket az idegsejtek kapcsolatairól, tehát ez a világ engem már viszonylag fiatalon elvarázsolt. Mégis, mindezt megerősítette bennem az ő rendkívül lelkes hozzáállása. Az, hogy mennyire tudott örülni még így tapasztalt, sokat látott emberként is egy-egy apró felfedezésünknek. Teljesen el volt varázsolva, és rögtön meglátta benne ugyanazt a fontos funkcionális üzenetet, amit én is érzékeltem, amikor valami olyat mutattam neki, amit utána sikerült a *Nature*-ben leközozni. Van egy kevésbé tudományos szép emlékem is. 1989-ben Oxfordból visszaérkezve egy osztályvezetői állásajánlatot kaptam Vizi E. Szilvesztertől az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetében. Óriási dilemma előtt álltam: fordítsak hátat a mesteremnek, és menjek át az Üllői út túloldalára, mert ott nagyobb-

bak a lehetőségek, vagy maradjak nála. Ő volt az első és legfontosabb, akinek a véleményét kikértem. Azonnal azt mondta: menjél. Tudta, érezte, hogy ott sokkal komolyabb kifizetési lehetőségem lesz, ott tudnék egy jelentősebb iskolát alapítani megfelelő infrastruktúrával, műszerparkkal, és sok-sok tanítvánnyal körülvenni magam. Erre az anatómián nem lett volna lehetőség. És talán azt is gondolhatta, hogyha már ő nem lesz, akkor megmarad-e egyáltalán a kutatólaborunk, és ki fog megvédeni engem és munkatársaimat az oktatási terheléstől, a bonctermi gyakorlatvezetéstől, ami egy anatómiai intézetben igen nagy teher az ott dolgozó oktatók-kutatók számára. Ez alól ő mindig mentesített bennünket.

A tanítványokat – még ha azok unokák is – a lázadás jellemzi. Mi az, amit egészen másképp gondol, mint Szentágothai János? Mi az, amiben ön más utakon jár?

Azt hiszem, hogy semmiben. Ameddig az adott kor szintje lehetővé tette az idegsejtálózatok működésének feltárását, értelmezését, addig tökéletesen egyet lehet vele érteni. Ami ma más, és amiben tovább tudunk lépni, az kivétel nélkül az új módszereknek köszönhető, és csak ritkán koncepcionális. Ma már nem kell indirekt következtetésekre hagyatkoznunk a működések feltárásakor, hanem a szerkezetből levont hipotéziseket kombinált technikákkal azonnal tesztelni tudjuk. Vanak apróságok, amelyekben esetleg megdőlt az elképzelései, de az ő eredményeire nyugodtan támaszkodhat bárki ma is.

*Gulyás Balázs,
a svédországi Karolinska Intézet professzora*

Ön tanítványa volt Szentágothai Jánosnak, akinek nagyon sokat köszönhet az agykutatás. Mi volt az a szemlélet, amit az ő látásmódjából leginkább hasznosítani tudott?

Szentágothai János – amellet, hogy nagyon nagy tudós – elsősorban reneszánsz ember volt. Számomra ő az utolsó polihisztor. Rajzolt, gyönyörűen festett akvarelleket; bárhová ment, nem fényképezett, hanem vitte magával az ecseteket, festéket, papírt, és lefestette azt, amit látott. Mindenhez kíváncsi szemmel közelített, mint egy gyermek, és mindennek szinte az összes oldalát próbálta megvizsgálni. Tehát igazi „reneszánsz módon” nézte a dolgokat. Így közelített az anatómiához és az agykutatáshoz is. Számára az anatómiatanítás nem a csontoknak, az idegeknek, az izmoknak a pontos, hiteles és száraz leírását jelentette, hanem azt nézte, hogyha itt ered és itt tapad egy izom, akkor például egy kétféjű karhajlító izom meddig tud egy kart fölemelni, milyen szögben, milyen erővel stb. Olyan volt, mint egy jó építész, aki megtervez egy épületet, és rögtön látja benne az embereket is. Az igazán jó építész a funkcióival együtt képzel el egy épületet, és ezek a funkciók meghatározzák az épület formáját. Szentágothai is így volt ezzel; minden, amire ránézett, egyszerre tartalmazott morfológiai és funkcionális megközelítést és magyarázatot, azaz egy bizonyos morfológiai „megoldás” miatt épp úgy alakult ki a biológiai fejlődés során az anatómiában, illetve az egyes anatómiai struktúrák morfológiája hogyan függ össze azok működésével. Ez azonnal meghatározta a funkció iránti érdeklődését, és megpróbálta

az alakot a funkcióval magyarázni vagy fordítva. Ez számára hihetetlen sikert hozott. Kortársai csak a szigorú, száraz törvényeket nézték, és szakterületük határait nem hagyták el vizsgálataik során. Például egy anatómus csak az agy morfológiájáról adott leírást, a szövettanás csak a sejtek alakját vizsgálta, az élettanás csak az akciós potenciál amplitúdóját mérte. Szentágothai viszont a kettőt – a formát és a funkciót – teljes egységben látta, és egységben tudott az élő szervezet, benne az agy szerkezetéről és működéséről gondolkodni.

Újnak számított akkoriban az a szemlélet, amellyel ő tekintett a kutatásra és kutatásának a tárgyára, az agyra?

Megdöbentően új volt. A múlt század elején Magyarországon, de a világban másutt is mindenki a „poroszos” tudományos megközelítésmódot tanulta: „van egy szigorú szakterületünk, ismerjük annak módszertanát és korlátait, és csak azon belül maradunk”. Ezzel szemben Szentágothai fenegyerek volt, nem tudott megállapodni a korábban sokak által művelt „leíró” sejtanatómiánál, hanem azt is nézte, hogy az adott sejtnak mi a funkciója, és a funkció hogyan befolyásolja a sejt alakját, illetve a sejt morfológiája hogyan befolyásolja annak működését. Tehát mindent nagyobb egységben nézett, és ez merőben új szemlélet volt. De nemcsak az anatómiában, hanem az agykutatásban is, és mindenben, amihez hozzányúlt.

Igen, csak hogy ehhez különleges érzékenységre volt szüksége, ami rendelkezésére is állt. De alkalmazható ez a szemlélet más számára is?

Ön például – aki tanítványa volt – át tudta vagy át akarta venni ezt az érzékenységet vagy szemléletmódot? Látott ebben amnyi újdonságot, hogy ezt a saját kutatásaiban is alkalmazza?

Szerintem mindenki, aki Szentágothai hatása alá került, azonnal fölfogta, hogy itt egészen új szemléletmóddal kell megközelíteni a dolgokat. A tanítványai közül Somogyi Péter – aki Oxfordban professzor – nemcsak az anatómiát nézi, azaz hogyan néz ki egy sejt, hanem azt is, hogy a szomszédos sejtek hogyan állnak össze kis helyi hálózattá, milyen neurotranszmitterek működnek az egyes sejtekben, és ezek segítségével milyen a sejtek közötti kommunikáció élettana. Somogyi Péter ezzel a Szentágothai által kialakított szemléletmóddal jutott a világ legkiválóbb agykutatói közé. És mert ezt a funkcionális szemléletet örökölte a mesterétől. Említhetnék sok más magyar agykutatót is, ez a tendencia máig folytatódik, azok között is, akik személyesen már nem ismerték őt. Ők a Szentágothai iskola legfiatalabb tanítványai.

Szentágothai a miénk, és ezért talán kissé elfogultan nézzük a munkásságát, talán az egész magyar tudós társadalom. És persze a kultúra, elvégre ő a kultúra része is. Külföldön mennyire értékelték ezt az érzékenységet, mennyire számított a világ tudományos közvéleménye számára újnak vagy meglepőnek az ő szemlélete?

Ez nem is volt kérdés. Bárhol, ahol megjelent, és előadást tartott, azok, akik a tudományban hasonló szinten voltak, mint ő, abban a pillanatban szövetséget kötöttek vele. Az a szép a tudományban – szemben mondjuk a politikával –, hogy itt nem számít a kor, csak a teljesítmény. Illetve ha valakinek már fiatalon

is megvan az érzékenysége, és föl tud tenni olyan kérdéseket, amelyek egyértelművé teszik, hogy ebből a fiúból vagy lányból igazi kutató lesz, akkor egy idős, hasonlóan gondolkodó kutató is azonnal egy hullámhosszon van vele. A kutatás olyan, mint a zenélés: akinek van tehetsége hozzá, az már fiatalon is zenész, a kor nem számít, persze művelnie kell ezt a tehetséget vagy adottságot. Ugyanígy van a kutatásban is. Ahol Szentágothai megjelent, és előadást tartott, odamentek hozzá a fiatalok is és a vele egykorúak is. Aki megismerte, az visszavonhatatlanul a hatása alá került, és hogy úgy mondjam, „szellemi szövetséget” kötött vele. Párizsban nemrég az UNESCO székházában emlékülést tartottunk Szentágothai születésének 100. évfordulója alkalmából, és ott megjelent Rodolfo Llinás kolumbiai származású világhírű amerikai agykutató is. Ő 1962-ben fiatal kutatójelöltként, doktoranduszként találkozott először Szentágothaiával; nagyon mély barátság alakult ki köztük, ötven év távlatából is úgy emlékszik, hogy az első másodperctől kezdve egy hullámhosszon voltak. Szentágothai ekkor ötvenéves volt, Llinás huszonnyolc. Ezután rengeteg közös munkájuk volt. Ugyanez történt a világhírű Nobel-díjas Sir John Ecclesszel is, aki olvasta Szentágothai tudományos közleményeit. Kíváncsi volt, hogy milyen az az ember, aki akkor Pécsen, majd később Budapesten, egy elszigetelt kommunista országban él. Meg akart ismerkedni vele, és eljött meglátogatni. Éltre szóló barátság szövődött köztük, közös publikációkkal, például a világhírű kisagy-könyvükkel. Nem kérdés, Szentágothai elbűvölő személyiség volt. *Irresistible* – ahogy az angol mondja...

Az agykutatásban ma már nagyon fontos szerepet játszik az információelmélet, és

alighanem a filozófia is nagyon sokban segíti az agy megértését. Ön tanult filozófiát is; Szentágothai a reneszánsz látásmódján túl mennyire alkalmazta a filozófiai szemléletet? A filozófiai nézőpont mennyire volt jelentős az ő agy kutatásában, az ő munkájában?

Ezt nagyon komolyan vette. Sir John Eccles rendkívül érdeklődött filozófiai kérdések iránt, Sir Karl Popperrel együtt írt is egy könyvet, amely azután világhírű lett: *The Self and Its Brain*. Szentágothaiiban hasonló véna volt, mint Sir John Ecclesben; rendkívül izgatta, hogy mi az agy feladata az univerzumban, vagyis hogy filozófiailag hol van a helye. Szentágothai persze nem dualista álláspontot vett fel, mint Eccles és Popper, vagyis egy klasszikus karteziánus dualizmust, hanem megpróbálta az egészet nagyobb egységbe vonni. Rendkívül sokat használta a különböző filozófiai megközelítéseket, annak érdekében, hogy az ő – így hívta – egységes agymodelljét kifejlessze. Az emberi agyat úgy tekintette, mint az univerzumban az általunk ismert legbonyolultabb szerkezetet, amelynek különleges helye van a mindenségben. Ő nem beszélt dualizmusról. Tehát nem kartézianus test-lélek kettősséget vallott, amit John Eccles. Ő úgy gondolta, hogy az emberi agyban egy olyan hihetetlen struktúra és szerveződés alakult ki, amely valamilyen úton-módon egy másik dimenzióba vezet át minket. Nehéz ezt megfogalmazni, mert az embernek a mai napig is a filozófiai dualizmus veszélye lebeg a feje fölött; azt mondjuk, hogy a testből az agyon keresztül eljutunk a lélekig. Szentágothai ezt sokkal kifinomultabban látta, úgy, hogy az emberi agyban megvalósul az anyag fejlődésének evolúciós csúcsa, ami tényleg átvezet valamilyen magasabb rendű, nemmateriaális világba. Ezt nagyon kifinomultan

tudta érzékeltetni az írásaiban, ezzel sokat is foglalkozott. Van egy számomra nagyon meghatározó történet. Brüsszelben konferenciát tartottak, ahol Szentágothai elmondta az „egységes agyelméletét”, azt, hogyan szerveződik az emberi agyban lévő több mint százmilliárd neuronnak és egyéb sejteknek az egysége, amely gondolkodni, érezni képes. Ekkor felállt egy angol filozófus, és provokatívan ezt mondta: professzor úr, úgy tudjuk, hogy ön hívó keresztény ember. Itt pedig materiális valóságról beszélt, amely, ha meghalunk, elpusztul, elenyészik, az atomok szétszóródnak a természetben, esetleg más emberek, állatok vagy növények testébe kerülnek. Maga hisz abban, hogy ez nem materiális valóság is lehet?” Szentágothai azt felelte, hogy igen. A filozófus erősködött, hogy „de hát a halála után földbe teszik vagy elégetik az ember testét, annak anyaga a füsttel kikerül a levegőbe, a földben megeszik a bogarak stb. Mégis hisz ön az ember valamilyen végső, örök létezésében?” Szentágothai erre azt válaszolta: „barátom, én az apostoli krédó minden szavát hiszem!” A filozófus erre azt kérdezte: „ön azt is hiszi, hogy föltámad a test? És ha igen, ezt hogy gondolja? Az agyunk atomjait már rég megtették más állatok, vagy azok a tenger mélyére kerültek, esetleg más élőlények testét, sőt agyát alkotják”. Szentágothai erre azt mondta: engem nem érdekel a „hogyan”; én hiszek abban, hogy van egy nálunk magasabb rendű Létező, aki ha azt gondolja, hogy én majd ismét létezem valamilyen formában, akkor ez nem lesz probléma a számára.” Volt benne valami megdöbbenően mély istenhit, és megdöbbenően mély transzcendens érzékenység, amely ott van az írásaiban, az előadásaiban is. Foglalkoztatta az, hogy ez a csodálatos képződmény, az emberi agy nemcsak materiális valóság, hogy ez valami sokkal

transzcendentálisabbnak a megjelenése. Ezt misztériumnak gondolta, és mélységesen hitt benne.

Szentágothai munkássága egyéni teljesítmény. Ez az út, ez a szemléletmód és ez az eredmény mennyire folytatható? Mennyire lehet ma az ő munkájára építeni, vagy pedig mennyire léptünk túl rajta?

Egyáltalán nem léptünk túl rajta. Bert Sakmann Nobel-díjas kutató nemrég azt mondta, hogy a XXI. századi agykutatás igazi kihívása az, amit Szentágothai indított el. Vagyis hogy ez a százmilliárdnál több sejt hogyan áll össze az emberi agyban, hogyan kapcsolódnak a neuronok egymáshoz és hogyan alkotnak ideghálózatokat. Azt tudjuk, hogy minden sejt átlagosan több ezer szinapszissal kapcsolódik más sejtekhez. Hogyan lehet háromdimenziós térben fizikailag föltárni ennek a hatalmas bonyolultságú szerveződésnek a fizikai létét? Amit támogatni kell oxigénnel, vércukorral, energiával stb., el kell szállítani a hulladékanyagokat, állandóan „mozgásban” kell tartani, mert az agyunk akkor is működik,

ha alszunk. Ez háromdimenziós – sőt négydimenziós, mert időben is létező – egység, amelynek adott egy finomstruktúrája és állandó működési alaphelyzete, amelyre a gondolkodás, észlelés során ráépülnek a különleges működési formák. Ennek a „négydimenziós idegrendszerben” való gondolkodásnak ő vetette meg az alapjait. A világ vezető agykutatói, a Nobel-díjasok tudják, hogy a mai napig ez a legnagyobb kihívás, amit Szentágothai indított útjára. Tehát egyáltalán nem léptünk túl ezen, sőt, most kezd igazán beérni. Már szintetikus idegrendszert próbálnak számítógépben előállítani, annak alapján, hogy hogyan néznek ki a sejtek, milyen a funkciójuk. Most jelent meg a PNAS-ben (*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*) egy cikk erről: svájci kutatók egy szuperszámítógépekkel modellezett agyat próbálnak megjeleníteni, és ez a Szentágothai-féle moduláris koncepcióra épül. A XXI. században mind több ilyen megközelítés fog napvilágot látni. Szentágothai János gondolkodásmódja most érik be.

*Palkovits Miklós,
a Semmelweis Egyetem Anatómiai,
Szövet- és Fejlődéstani Intézetének professzora*

Bár Ön hosszú éveken át dolgozott együtt Szentágothaiival, sokak szerint nem tekinti magát a tanítványának. Ez igaz?

Nem igaz, hiszen Szentágothai alapvetően befolyásolta életemet, pályámat, tudományos gondolkodásomat. Mi majdnem húsz évig dolgoztunk együtt, tíz közös publikációnk van. Csak Hámori Józsefnek van több közös

cikke Szentágothaiival. Persze, hogy a tanítványa voltam. Talán azért gondolják sokan, hogy „megtagadom” őt, mert kapcsolatunk nem volt mindig felhőtlen. Amikor Herzka Ferenc *Apáink jönnek velünk szembe* című interjúsorozatában beszélgetett velem, kerek perccel feltette a kérdést, hogy szerettem-e Szentágothait, én nemmel válaszoltam. Nemmel válaszoltam azért, mert egyrészt olyan

hihetetlenül tiszteltem az Öreget – tudja, így hívtuk – hogy ez valahogy nem fért össze azzal, amit szeretetnek hívnak. Másrészt voltak nézeteltéréseink, az is fájt, hogy nem javasolt akadémikusnak. 56 után nehezen kerültem vissza az Anatómiára, és közölték velem, hogy az Akadémia közelébe se mehetek, és tanszékvezető sem lehet belőlem. Szentágothai óvatos ember volt, és nem vállalt miattam konfliktust. De azt tudom, hogy a munkámat nagyra tartotta. Annyira tiszteltem, hogy amikor professzor lettem, és felajánlotta, hogy tegezzem, nem voltam rá képes. Hogy a tanítványa vagyok-e? Erről van egy történetem. 1993-ban kaptam meg az egyik legjelentősebb német tudományos elismerést, a Rinecker Award-ot. Kellemtelen érzés volt, mert tudtam, hogy az Öreg jobban megérdemelné, mint én, de így döntöttek. Würzburgban a díszvacsorán felkérték Szentágothait, hogy mondjon valamit a tanítványáról, és akkor ő azt mondta, hogy azt a munkát, amiért az elismerést kaptam, nem vele végeztem, tehát ilyen értelemben nem vagyok a tanítványa. Ezt igen korrektnek éreztem, ahhoz a munkához valóban nem volt semmi köze. Én akkor ott azt mondtam viccesen: gyakori, hogy a tanítvány megtagadja a mesterét, de ami itt történt, ritkán fordul elő: a mester „tagadta meg” a tanítványát.

Szentágothai az agykutatás sok területén jelentőset alkotott. Hogy csinálta? Ön melyik tulajdonságát emelné ki?

Szent-Györgyivel kapcsolatban szokták ugyan elsütni, de én Szentágothaira is éppúgy igaznak gondolom: „nézett, amit más is nézett, és meglátta, amit mások nem láttak meg”. Rendkívül szellemes és intelligens volt, félelmetes megérzései voltak. Hihetetlenül intuitív volt. Mondok egy példát. Már évtizedek

óta vitatkoztak arról, hogy az agy egyik sejt-csoportjában, az ún. Edinger–Wespahl-féle magban mi az idegsejtek funkciója. Az a nézet alakult ki, hogy a magnak a szem akkomodációjában, azaz a közélre-távolra nézéshez való alkalmazkodásban lehet szerepe. Szentágothai is elkezdte vizsgálni e mag sejtjeit, és arra a következtetésre jutott, hogy jelentős részük ugyanolyan, mint a hipotalamusz sejtjei. Le is írta ezt, de 1942-ben ennek nem volt semmi visszhangja. Elhallgatták, nem értették, még ma sem tanítják így. 2006-ban derült ki, hogy ezek a sejtek valóban olyanok, mint egyes hipotalamuszsejtek, és ugyanolyan neuropeptideket termelnek, mint amilyeneket a hipotalamusz is „előállít”. Hatvannégy év telt el közben... Hát nem fantasztikus? Nyolc különböző kutatási témát és területet gyűjtöttem össze, melyben az Öreg jelentőset alkotott. A kisagyról felépített modellje például ma is alapját képezi a számítógépes kisagyi modelleknek. De ha már a kisagnál tartunk, van erről is egy történetem. Szentágothai a kisagy kutatásában együtt dolgozott Sir John Ecclesszel és Ito Maszával (Masao Ito), akik elektrofiziológusok voltak, és az Öreggel közösen egy igen híressé vált könyvet is írtak a kisagyról. A könyvhöz Szentágothai szolgáltatva a neuroanatómiai adatokat, fény- és elektronmikroszkópos felvételeket, és természetesen elméletet is kreált a kisagy működéséről. De valahogy megérezte, hogy nem stimmelnek az Eccleséknek elküldött alapadatok, és megkért, hogy az én csoportom is végezze el a méréseket. Négy évig dolgoztunk ezen Szentágothaival együtt, a kisagy valamennyi sejt típusát és azok rostjait szisztematikusan vizsgáltuk, mértük. Az egyedi adataink jelentősen különböztek a korábbiaktól. Viszont mire összeállt a kép, mire korrigáltuk a korábbi adatokat, kiderült: igaza volt az

Öregnek. A működési modell, amit a hibás részeredmények alapján megfogalmazott, korrekt. Tehát egyrészt megérezte, hogy azok a korábbi adatok valahogy nem felelnek meg a valóságnak, ugyanakkor feltételezte, szinte megérezte, hogy milyennek kell lenniük. És még valamit: nem „sumákkolt”, mindezt, hogy így történt, ő maga írta le és mondta el nyilvánosan. Óriásit alkotott a hipotalamusz-hipofízis rendszer, továbbá az agykéreg kutatásában is, és még sorolhatnám, hiszen mondom, nyolc különböző kutatási területet gyűjtöttem össze. De szerintem ez a szám vissza is ütött. Fogalmazhatnék úgy is, hogy Szentágothai nem volt Nobel-díjas „alkat”. Ő *homo ludens* volt. Ha volt egy jó ötlet vagy egy izgalmas megfigyelés, azok magával ragadták, azokból kihozott valamit, amivel az adott kutatási témának új szemléletet, új irányt adott. És abban a pillanatban azt a dolgot ott is hagyta, és már egy másik, majd egy harmadik érdekes témával foglalkozott. Ezt a Nobel-díj szempontjából nem szeretik. Többnyire azokból lesznek Nobel-díjasok, akik végigvisznek egy-egy témát, és nem mozdulnak ki egy kutatási területről. Az Öreg viszont sziporkázott, szórt jobbnál jobb ötleteit, de keveset vitt teljesen végig. Amikor egy-egy téma érdekessége számára megszűnt, folytatását másokra hagyta. Például a hipotalamusz parvocelluláris neuronjainak kutatása, az eredmények

megfogalmazása óriási, meghatározó jelentőségű. Száz százalékig biztos vagyok abban, hogy ha azt „üzleti szemléletű” tudósként (ami nem volt) végigjátszotta, végigcsinálta volna, megkapta volna a Nobel-díjat. Számára a tudomány szent volt, de ugyanakkor játék is. Nagy, szent játék. És ez volt az, amiben óriási volt. Hadd mondjak még valamit. Szentágothai több nyelven ragyogóan írt, de nemzetközi szinten a személye és az előadásai tették híressé. A személyisége, a szuggesztivitása. Ha valamit leírt, elismerték, elfogadták. De amikor el is mondta, elbűvölte a hallgatóságot. *Ó, a John, a John csodálatos!* – mondták.

Az intuíciót nyilván nem lehetett ellesni tőle, azzal születni kell. Mit lehetett mégis mindebből megtanulni?

Látni. Nézni az agyat és meglátni valamit benne. Merni gondolkodni, merészen, korlátok nélkül. Merni spekulálni, és merni hinni magunkban. Az Öreg írta le, hogy többre értékel egy nagyon érdekes, sziporkázó, ám téves koncepciót, mint az adatok korrekt, szürke és „lélektelen” halmazát. Hajlandó volt bármilyen érdekes, intelligens ötleten gondolkodni, és lelkesedni. Mert ő igazi *homo ludens* volt. Játékos ember, nagyon nagy játékos.

Kulcsszavak: *Szentágothai, reneszánsz ember, intuíció, szerkezet és funkció*

