

rolnám az eltérő területeken elért fontosabb felismeréseket. Érdeklődésem fókuszában a sejtmembránon keresztül történő jelátviteli folyamatok mechanizmusa áll. Munkahipotézisünk szerint a sejt felszíni fehérjék eloszlása nem véletlenszerű, a fehérjeasszociátumok, aggregátumok méretének és összetételének funkcionális szerepe van. A sejt felszíni fehérjék eloszlásának feltérképezését elsősorban az általam és munkatársaim által kidolgozott új áramlási és képkalkoló citometriás fluoreszcencia rezonancia energiáttranszfer (FRET) módszerekkel végeztem. Az új kísérleti megközelítések lehetővé tették az immunválaszban fontos szerepet játszó sejt felszíni molekulákat tartalmazó dinamikus receptormintázatok összetételének és funkciójának kvantitatív leírását. FRET-vizsgálataink eredményeire alapozva új membránmodellt írtunk le, amely módosította a Singer–Nicolson-membránmodellt, hangsúlyozva a membrán dinamikus rendezettségét. A modellt leíró közleményünkre több mint 450 idézet érkezett, bizonyítva annak újszerűségét.

További kutatásaim során az epidermális növekedési faktor receptorcsalád tagjainak (ErbB1–4) sejt felszíni topográfiáját, konformációját és jelátvitel-mechanizmusát tanulmányoztam emlőtumor-modellrendszereken. Megállapítottuk, hogy a molekuláris asszociáción túl nagyméretű, akár 1000 ErbB2 molekulát is tartalmazó asszociátumok találhatóak már a stimulálatlan emlőtumor-sejteken is. Ezzel a megfigyeléssel megdöntöttük azt a dogmát, hogy az alapvetően monomer ErbB fehérjék csak megfelelő ligandumok kötődését követően asszociálódnak.

Az ErbB2 molekula szinte kizárólag csak a tumoros sejtek felszínén fejeződik ki, ezért

kiváló célpontja a tumorelles terápiaíknak. Az ezt célzó, humanizált antitestet, a trastuzumabot már klinikai gyakorlatban is használják jó hatékonysággal, de sajnos az ErbB2-pozitív tumorok egy része rezisztens az antitest-terápiával szemben. Kísérleteink során a trastuzumab rezisztencia kialakulásának okait vizsgáltuk, és kimutattuk, hogy az ErbB2-t célzó trastuzumab-kezeléssel szemben rezisztens emlő- és gyomortumor-sejtek esetén a kötőszövet–sejt–kölcönhatások kialakításában részt vevő molekulák meghatározó szerepet játszanak a rezisztencia kialakulásában. Az a felismerésünk, hogy az antitestfüggő sejtlés a trastuzumab-rezisztens sejteket is pusztíthatja, és ezáltal hatékonyan csökkenti a véráramban keringő rákos sejtek számát, újabb lehetőséget ígér a daganatok terápiaíjában.

Mire kíváncsi egy egészen más tudományterület kérdései közül?

Szűkebb tudományterületemen kívül két terület fejlődését követem folyamatosan, laikus szinten. Az egyik az evolúció kérdése, kezdve onnan, hogy miként jött létre az élet a Földön, milyen fordulópontjai voltak az evolúciónak, hogyan alakultak ki a sejttaggal és mitokondriummal rendelkező sejtek, hogyan fejlődtek ki a többsejtű élőlények. A másik terület részben összefügg ezzel, hiszen a Föld nevű bolygó létrejöttét csak a Világ-egyetem kialakulásának és fejlődésének ismeretében érthetjük meg. Így érdekelnek a legújabb elméletek, amelyek a világegyetem kialakulását és fejlődésének rendező elveit próbálják magyarázni. Érdeklődéssel követem a Higgs-részecske kimutatását, a gravitációs hullám detektálását, és most az ötödik erő igazolhatóságát is.



ZARÁND GERGELY ATTILA

Fizikai Tudományok Osztálya

Budapesten született 1969-ben. Egyetemi tanár a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Intézetében, amelynek 2012 és 2015 között igazgatóhelyettese, majd 2015 júliusa óta igazgatója. Szakterülete az elméleti szilárdtestfizika. Jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó kutatásaiban kvantumtérelméleti és statisztikus fizikai módszereket alkalmaz, illetve fejleszt szilárdtestfizikai rendszerekre, erősen kölcsönható, nem egyensúlyi mezoszkopikus rendszerekre, rendezetlen mágnesekre és ultrahideg atomi rendszerekre. A mezoszkopikus rendszerek területén a nevéhez fűződik a később kísérletileg is megfigyelt ún. SU(4) Kondo-állapot jóslata, a mágneses szennyezőkön való rugalmatlan szórás pontos elméleti leírása, a geometriai spinrelaxáció mechanizmusának gondolata. A rendezetlen mágneses rendszerek területén eredményei közül kiemelkedik a spinüvegek alapmodelljében, a Sherrington–Kirkpatrick-modellben az önszervező kritikuság felfedezése és a hiszteretikus optimalizálási eljárás gondolata. A hideg atomi rendszerekbeli trionképződésről és szín-szupravezetésről szóló munkáját a Nobel-díjas Frank

Wilczek méltatta a *Nature Physics* hasábjain. Kutatási eredményeit tekintélyes hazai és nemzetközi díjakkal ismerték el.

Mi volt az a döntő mozzanat az életében, amely erre a pályára vitte? Ki volt a mestere?

Szerencsés vagyok, mert – sok sikeres magyar fizikushoz hasonlóan – Zawadowski Alfrédot, a magyar elméleti szilárdtestfizika egyik legmeghatározóbb egyéniségét nevezhetem mesteremnek. Az ő vezetésével készítettem a diplomamunkámat, majd a doktori disszertációm is, és ő jelölte ki számomra kutatásaimban az első igazán izgalmas irányt, a mezoszkopikus fizika, illetve a nanofizika irányát. Tőle tanultam azt a kísérleteket közeletről követő látásmódot, amit én is sajátomnak érzek. De mellette természetesen voltak mások is, akik meghatározók voltak számomra: azt, hogy elméleti szilárdtest-fizikus lettem, Solyom Jenő lenyűgöző egyetemi előadásorozatának köszönhetem, aki megmutatta, milyen izgalmas és magával ragadó kihívás részecskefizikai kvantum-térelméleti módszerekkel vizsgálni és megérteni a körülöttünk lévő anyag gyakran meglepő tulajdonságait, olyan jelenségeket, mint például a szupravezetés vagy a kvantum-Hall-effektus. Helyénvaló, hogy megemlítem középiskolai tanáromat, Görbe László piarista atyát is, aki rengeteget segített, hogy a matematika és a fizika iránti érdeklődésem kibontakozhasson.

Pályája során melyek voltak jelentősebb szakmai kudarcai?

Úgy gondolom, egy kutató pályáján folyamatosan váltogatják egymást a kudarok és a sikerek. Az igazi eredmények azokból a krízisekből születnek, amikor az ember úgy érzi, valamit egyáltalán nem ért, vagy rájön, hogy valamit alapvetően rosszul gondolt. Ezeket

én nem nevezném szakmai kudarcnak, hozzártartoznak a kutatás dialektikus természetéhez. Azt sem, amikor egy kutató jóhiszeműen hibázik. Hihetetlenül kevés munka van, ami nem tartalmaz hibát, és minden következtetése helyes. Például Philip Anderson Nobel-díjas munkája, ami elindította a lokalizációelméletet, több hibás gondolatmenetet tartalmaz, de helyes következtetésekhöz jut el általuk. Gyakran hibás, de eredeti gondolatok visznek közel bennünket a megoldáshoz. Inkább olyan eseményt neveznék kudarcnak, amikor az ember azt éli meg, hogy a tudósok is gyarlók, és hogy a tudomány sem objektív. Ilyen, amikor valaki pontosan tudja, hogy igaza van, de a kimondott igazság sokak eredményét kérdőjelezi meg, és így az erősebb, befolyásosabb csoportok véleménye mégis felülkerekedik, legalábbis átmenetileg. Velem ilyen eddig két-három esetben történt, és nagyon kevés vigaszt jelentett, hogy úgy tűnik, néhány év elteltével a tudományos közösség mégis az általunk képviselt elgondolásokat fogadja el helyesnek.

Milyen nemzetközi kutatásban vesz részt?

Szinte minden eddigi kutatási eredményt – kevés kivételtől eltekintve – nemzetközi együttműködésben értünk el. Az együttműködő partnerek általában a kutatási témákhoz

kapcsolódóan folyamatosan változnak. Jelenleg a legintenzívebb együttműködést a Harvard-MIT Ultrahideg Atomkutató Központjával (CUA) folytatjuk, ahol főként Eugene Demlerrel, diákjainkkal és posztdoktorokkal közösen igyekszünk feltérképezni ultrahideg atomi rendszerek nem egyensúlyi tulajdonságait. Szoros együttműködésünk van David Goldhaber-Gordon kísérleti kutatócsoportjával is a Stanfordon, akikkel közösen korrelált nanorendszerek kvantumállapotait és transzporttulajdonságait tanulmányozzuk. Ezzel a csoporttal együttműködve sikerült a közelmúltban mikroelektronikai áramkörökkel létrehozott mesterséges atomok segítségével két különös kvantum-állapotot megfigyelni, és megfigyelni ezek hatását az áramkörök vezetési tulajdonságaiban. Egyre szorosabb a kapcsolatunk Jörg Schmiedmayer kísérleti csoportjával is a Bécsi Műegyetemen: ők kölcsönható, csapdázott Bose-kondenzátumok kvantummechanikai viselkedését tanulmányozzák kísérletileg, mi pedig elméletileg igyekszünk ezeknek az izolált, kölcsönható kvantumrendszereknek a dinamikáját tanulmányozni. Most indul egy többéves, Takács Gáborral közös projektünk Tomaz Prosen kiemelkedő csoportjával is Ljubjanában. És emellett persze számtalan egyéni kollaborációnk van külföldi kutatókkal világszerte.

Kitekintés

A PASSZÍV NÉHA MÉG VESZÉLYESEBB

A gyermekek passzív dohányzásával kapcsolatban zéró toleranciára szólítja fel a szülőket és politikusokat egy, az American Heart Association folyóiratában megjelent tudományos közlemény. A szerzők szerint a gyermekkorban beszívott dohányfüst egész életre kiható keringési problémákat okozhat.

Az Amerikai Egyesült Államokban a drasztikus dohányzásellenes kampányok és törvények hatására az elmúlt ötven évben a dohányosok aránya a felnőtt népességben negyven százalékról tizenhét százalékra csökkent. Az eredmények ellenére tíz iskoláskorú közül átlagosan négy még ma is kénytelen dohányfüstös környezetben tölteni idejének egy részét, a kamaszoknak pedig körülbelül egyharmada passzív dohányos. Kisebbségi etnikumokhoz tartozó és alacsony társadalmi-gazdasági státuszú családokban felnövő fiatalok még inkább veszélyeztetettek. Egy nemrégiben készült vizsgálat eredményei szerint a három és tizenegy év közötti gyerekek negyvenegy százalékának véréből kimutatható volt a nikotin egyik metabolitja.

A gyerekek sokkal érzékenyebbek a levegőbe kerülő dohányfüstre. Ráadásul, az éppen nem szívott cigaretta parázsló végéről a környezetbe távozó füstben néhány igen veszélyes anyagból több van, mint a dohányos által a tüdőbe szívott („letüdőzött”) füstben.

A szerzők a szakirodalomban eddig megjelent adatokat gyűjtötték össze és értékelték.

Véleményük szerint a jövőbeli stratégiák számára a következő megállapítások lehetnek iránymutatók:

A leszoktató programok költségei megtérülnek az egészségügyi kiadások csökkenése miatt. Az otthoni és a nyilvános helyen való dohányzás tilalma csökkenti a gyermekek és fiatalok passzív dohányzását. A dohánytermékek adójának emelése csökkenti a dohányzók részarányát.

Raghuveer, G. – White, D. A. – Hayman, L. L. et al: Cardiovascular Consequences of Childhood Secondhand Tobacco Smoke Exposure: Prevailing Evidence, Burden, and Racial and Socioeconomic Disparities: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. Published Ahead of Print: 12 September 2016. DOI: 10.1161/CIR.000000000000443 • <http://tinyurl.com/j6vmans>

ÉBRESZTŐ, IDEJE KIJÖNNI!

Amerikai kutatók (University of Texas) szerint a magzatot körülölelő membránok mintegy vekkerként működnek, és jelzik a méh számára, hogy a fájásoknak meg kell indulniuk.

Magyarozatuk szerint a terhesség során a magzati szervek fejlődésének, a magzat növekedésének következményeként a membránok folyamatosan öregsznek. Mire a babának meg kell születnie, már annyira vének, hogy gyulladást okozó anyagokat termelnek. Ezek eljutnak a méhbe, ahol úgy módosítják a hormonális működéseket, hogy a rendszer