

CSABA GYÖRGY

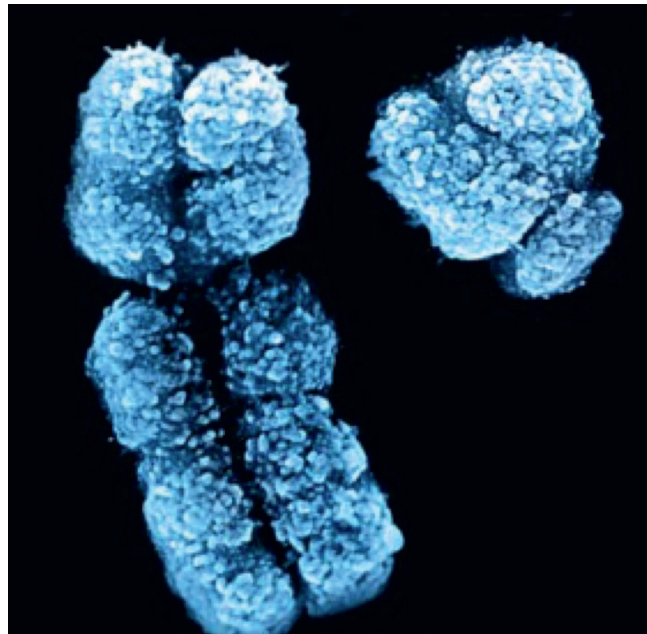
Az ember neme

Első rész

Az ember normális és kóros nemi szerkezete

Bár annak tudományos megismerése, hogy egy szülőpárnak miért lesz fia vagy lánya, csak relatíve rövid időre tekinthet vissza, ennek az okát már idősámításunk előtt 500 körül Hérakleitosz görög filozófus is próbálta megfejteni. Szerinte a szülők kora, illetve az idősebb vagy erősebb szülő neme határozza meg az utód nemét. Galénosz és sok más ókori tudós viszont úgy gondolta, a bal petefészkekből származó petesejt női nemet tartalmaz, míg a jobboldali származó férfit. Más görög bölcselők elméletében a fogamzáskori hőmérséklet számított, vagy a szél iránya; a férfútdnak kedvezett, ha a közösüléskor északi szél fújt. Mikor már felismerték az ovulációt, és tudták, hogy a petesejt kijut a petefészkekből, és ezután történik a megtermékenyítés, az, hogy ez mennyi idővel ezután történt, döntötte el az utód nemét (ha hamar, akkor nő, ha későn, akkor férfi). Mindennek azonban csak történelmi érdekessége van.

Az emberi szervezet felépítését és működését meghatározó gének, tehát a teljes genetikai állomány 46 kromoszómába van csomagolva. Ebből 44 (2x22) autoszóma, tehát a testi felépítéssel kapcsolatos kromoszóma, amihez hozzájön a két szexkromoszóma (XX vagy XY), melyek a nemiség kialakulásáért elsőrendűen felelősek. Az ivarsejtben e mennyiség fele van, tehát 22+X (a petesejtben) vagy 22+Y (a spermiumban). Fogamzáskor a megtermékenyített petesejtben (a zigótában), amikor a férfi és női ivarsejt összeolvad, elvileg 50–50% az esélye annak, hogy 44 XX (nő) vagy 44XY (férfi) egyed fejlődik ki, attól függően, hogy milyen szexkromoszómákkal rendelkezik. A gyakorlatban azonban ez nem így van, 100 lányra világszerte 106 fiú esik születéskor, ami a férfinem fokozott esendősége miatt később kiegyenlítődik, majd megfordul. A nemiség első és alapvető meghatározói a nemi kromoszómák, azonban a helyzet korántsem ilyen egyszerű. A nemet ugyanis sokféle szempontból vehetjük figyelembe. Ennek alapján beszélhetünk kromoszómális nemről, gonádális nemről, anatómiai nemről (nemi megjelenés), pszichés nemről (nemi magatartás), és akár törvényes nemről is, mert a nem szerkezete rendkívül bonyolult, és az



1. ábra. Az X kromoszóma olyan méretű, mint az autoszóma, de az Y kromoszóma csak töredék

említett különböző nemi fogalmak lehetnek függetlenek egymástól, valamint az adott sorrendben őket megelőző nemi kategóriáktól is.

A kromoszómális nem: a nem alapja

Az X kromoszóma nagy, és mintegy 1600 különböző funkciót meghatározó gént tartalmaz, szemben az Y kromoszómával, amely kicsi, mintegy 50 gént tartalmazó „töredék”, és utóbbiak közül csak 27 az, ami a nem meghatározásában részt vesz (1. ábra). Ezek legfontosabbika az SRY (sex-determining region Y) gén, mely utasítást ad a gonád (here vagy petefészek) bipotenciális telepének, az ivarredőknek him (here) irányba történő fejlődéséhez. A gén (vagyis utasítás) hiányában a gonádtelep női irányban (petefészek) fejlődik, mivel az alapnem női, és a férfi nem kialakulása indukált, energiabefektetést igényel. Az SRY gén a SOX (SRY-like box) géncsalád tagja. Az utasítás TDF (testis determining factor) formájában jelenik meg, mely az SF1 fehérjével kapcsolódik, és így transzkripció (átírást indukáló) faktorrá vá-

lik, azaz hozzásegít egy másik transzkripció faktor, a SOX9 beindításához. Ez a genitális redők átalakulását váltja ki, melyből ebben az esetben a herék fejlődnek. További Y kromoszómás gének szabályozzák a spermiumok képződését.

Az Y kromoszóma méretével kilóg a kromoszómák közül. Feltételezik, hogy valaha ugyanolyan nagy volt, mint az X, azonban csak a hímnem indukciójával és működésével kapcsolatos génei maradtak meg, a többit elvesztette. Ugyanakkor az X kromo-

szóma teljes méretű, és a nem meghatározásában játszott szerepén kívül számos más folyamat szabályozásában is közreműködik.

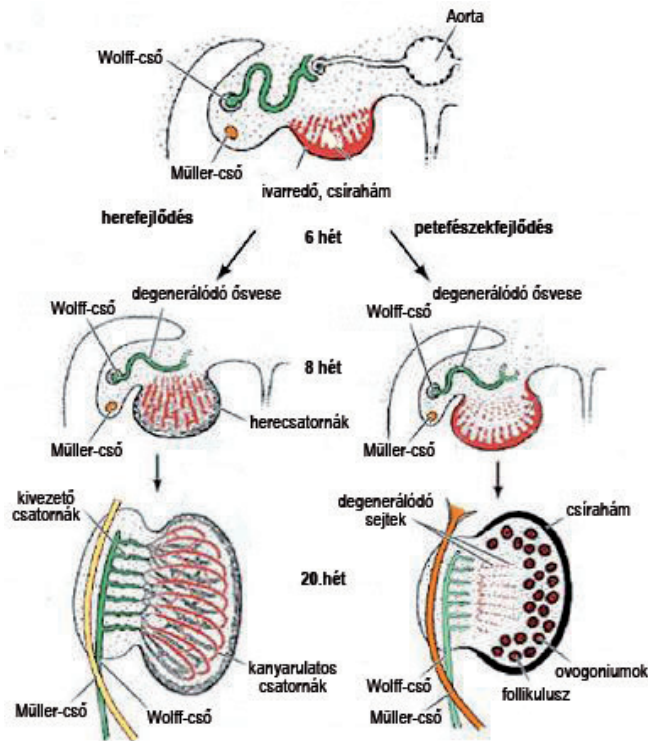
Bár a férfívé fejlődéshez az indukciót az Y kromoszóma adja, az X kromoszóma jelenléte is nélkülözhetetlen, már csak azért is, mert ez kódolja a férfi nemi hormon, a tesztoszteron receptorának génjét (TRG), tehát nélküle a tesztoszteron hatása nem nyilvánulhat meg. A csak Y kromoszómát tartalmazó zigóta életképtelen. Mivel az X és Y kromoszóma tömegében eltérés van, ez dóziskompensációval oldódik meg, azaz nőben az egyik X kromoszóma inaktíválódik. Ennek jeleként a maghártyához tapadva szex-kromatin jelenik meg (sötétre festődő testecske, melynek segítségével sejtkenetben a „tulajdonos” neme könnyen diagnosztizálható). Y kromoszóma hiányában és X kromoszóma jelenlétében nő fejlődik ki, a normális fejlődéshez azonban az inaktívált X kromoszóma sem nélkülözhető, mert ennek hiányában a petefészkek fejlődése csak az első három hónapban tart, a további fejlődés elmarad, és csikgonád alakul ki.

Ha a nemi kromoszómák száma kevesebb, vagy több mint kettő, ugyancsak problémák mutatkoznak a nem kialakulásában és működésében. Ilyenkor rendszerint a nemi kromoszómát alkotó két kromatida a redukciós osztódás (meiozis) alkalmával nem válik szét. Így lesz olyan ivarsejt, amelyben fölös mennyiségű X kromoszóma van, de lesz olyan is, amelyikben egyáltalán nincs. Mintegy 3500 nő között van egy Turner-szindróma (45X0) csikgonáddal, meddőséggel, esetleg mentális gyengeséggel. A triplo X (47 XXX) szindróma gyakoribb (1:300), a Turner-szindrómához hasonló tüneteket mutat, de ritkán termékeny lehet. Férfi vonalon a Klinefelter-szindróma 47 XXY kromoszóma-garnitúrával rendelkezik. Előfordulása 1:500. Alkatuk nőies, libidójuk csökkent értékű és terméketlenek. X kromoszóma nagyobb számban is jelen lehet, ami a feminin jellegét fokozza. [1]

Érdekes külön kiemelni az XYY-szindrómát, melynek viselője nem ritkán az átlagnál agresszívebb és szellemileg gyengébb, és bár az átlagpopulációban is jelen lehet, agresszív bűnözők között gyakrabban fordul elő.

A gonadális nem: a nemiség karmestere

Égészséges emberben az indifferens (bipotenciális) gonádelepből létrejövő két gonád egyike fejlődik ki, vagy petefészek (ovarium) vagy here (testis). A nemileg indifferens – tehát mindkét nemű ivarsejt létrehozására képes – ősvarsejtet az 5–6. héten vándorolnak be az ivarredőkbe, és kezdetben annak felszínén helyezkednek el, csirahámot hozva létre. Ennek megtörténte alapvető, hiányában sem here, sem petefészek nem alakul ki. [2] A továbbiakban az ivarredő fejlődésének irányát a már említett SRY-SOX gének komplex szabja meg: ha az Y kromoszóma és benne ezek a gének jelen vannak, a csirahám a mélybe vándorol és kötegeket hoz létre, melyekből később a here kanyarulat csatornái (a spermiumok termelői) fejlődnek ki. Ez a medullarizációnak (velősődésnek) nevezett folyamat a terhesség hatodik hetében kezdődik meg és a 12. hétre el kell érnie abba a stádiumba, amikor már nem engedi megtörténni az X kromoszómák által irányított kortikalizációt (kérgesedést), tehát a csirasejteknél a felszín alatt való elhelyezkedését és női ivarsejtek-



2. ábra. A gonádok fejlődése

ké fejlődését (2. ábra). Ha ezt a stádiumot nem éri el (késik), akkor a kortikalizáció is megindul, és mindkét nemű gonád kifejlődik (interszexualitás, valódi hermafroditizmus). A gonádok kialakulásához tehát a biszexuális ivarredők, és az ugyancsak biszexuális ősvarsejtek adják a szükséges nyersanyagot, míg a férfivé fejlődés irányát az Y kromoszóma jelenléte és erőssége szabja meg. Figyelembe véve a 12-ik hetes „határidőt”, ez utóbbi rendkívül fontos, és ennek labilitása, kis időre való gyengülése is a gonád működésének későbbi zavarához vezethet. Az egyik vagy másik irányba fejlődő gonádok hormonokat (androgének és ösztrogének) termelnek, melyek részben a fejlődés alatt, részben az egész élet folyamán szabályozzák a nemi folyamatokat. Ugyanakkor ezek egyike a tesztoszteront is szintetizáló Leydig-sejtek által termelt inzulinszerű 3. faktor (INSL3), a tesztoszteronnal együttműködve alapvető jelentőségű a here herezacskóba való leszállásában, ami a terhesség hetedik hónapjában következik be, és szükséges ahhoz, hogy a herében egészséges spermiumok termelődjenek. [5] Ha a herék nem tudnak leszállni, rejtettheréjűség (kriptorchizmus) lép fel, a spermiumok érésének zavarával és kóros formák termelődésével. Érett szervezetben az androgének és ösztrogének felsőbb szabályozója az agy, az úgynevezett hipotalamo-hipofízis rendszer, mely az agyalapi mirigy hormonjainak (follikulus stimuláló hormon – FSH, luteinizáló hormon –

LH) közvetítésével a gonádokat szabályozza. E rendszer működésének irányát, tehát hogy az folyamatos (férfi) vagy ciklikus-e (női), viszont a gonádok által termelt androgén, illetve ösztrogén hormonok állítják be, és itt megint a női az alapnem, a férfi típus kialakulásához az indukciót az androgén plusz adja. Említésre érdemes, hogy a mellékvesekéreg is termel androgén jellegű hormonokat, melyek kóros esetben befolyásolhatják az ivari fejlődést.

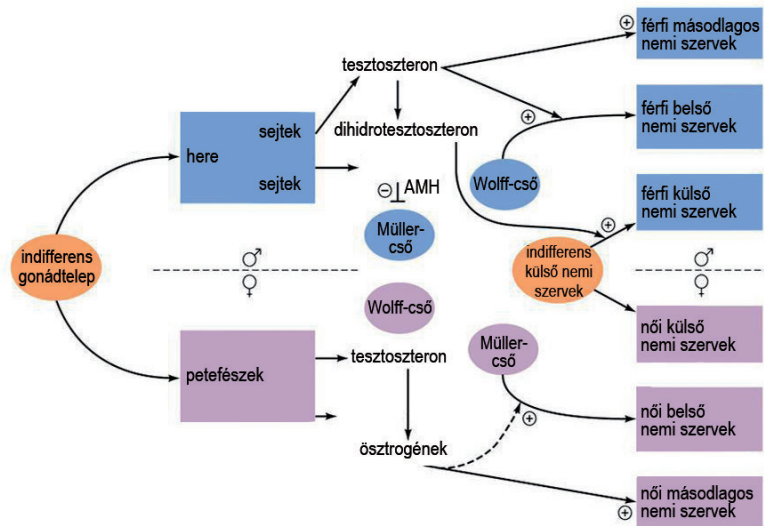
A gonádok alapján definiálják a hermafroditizmust (himműséget). A valódi hermafrodita nem gonádjával, tehát herével és petefészekkel is rendelkezik (rendszerint egybeolvadt ovotestis formájában), amihez a mindkét gonád hormonjai által előhívott képletek társulnak, tehát pénisz és nőies emlő, a péniszben a vulvának megfelelő hasadék stb. Leggyakrabban XX kromoszómával rendelkeznek, de egyéb lehetőség is van. A valódi hermafrodita különbözik az ál (pseudo)-hermafroditától, akinek rendszerint heréje van és női meg-

jelenése. Ez többféle is lehet. Legfurcsább a tesztikuláris feminizáció, azaz XY kromoszóma van, here van, de külsőleg szabályos nő fejlődik ki. Ilyenkor a here normálisan termeli a tesztoszteront, de az alkat kifejezetten feminin, csak az ivari szövet hiányzik. Nem működik (nincs meg) ugyanis a tesztoszteron-receptor gén, ha viszont nincs receptor, a hormon nem tud hatni, a Wolff-cső-képletek eltűnnek, miközben a Müller-cső-képletek (lásd később) spontán kifejlődnek, de az ivari szövetet nem tudja előhívni a hormon. Ennek ellentéte a veleszületett mellékvese-túlműködés, amikor a mellékvese androgéntúlúsít teremt a leánymagzatban, ami megnöveli a húgyvezetékét is tartalmazó csiklót és a herezacskót is kifejleszt.

Az anatómiai nem: minek néznek engem?

A belső nemi szervek esetében nőre a méh, a petevezeték és a hüvely hátsó része, míg férfira a dűlmirigy (prosztatata), ondóvezeték és a mellékhere jellemző. A külső nemi szervek a szeméremtest (vulva), a hüvely elülső része és a csikló (klitoris), illetve a hímvessző (pénisz) és a herezacskó (scrotum). Ezen képletek kifejlődését ugyancsak indifferens telepekből a gonádok irányítják, és ugyanúgy a hím gonád, a here dominál, mint a kromoszómális nem esetében az Y kromoszóma.

A gonádok mellett két cső helyezkedik el, közelebb a Wolff-cső, mely a belső férfi nemi szervek telepe, távolabb a Müller-cső, mely a belső női nemi szerveké (3. ábra). A here Sertoli-sejtjei által termelt Müller-cső-gátló hormon (AMH) hatására a Müller-cső felszívódik, míg Wolff-cső-képletek kifejlődnek. Ugyanakkor a Müller-cső-képletek fejlődésükhöz nem igénylik a petefészkek jelenlétét, spontán megmaradnak, ha az AMH nem gátolja őket fejlődésükben. A here másik sejtje a Leydig-sejt, ami tesztoszteront (androgén hormonokat) termel, és ez indukálja a Wolff-cső-képletek fejlődését, ez tehát nem spontán folyamat. Így a lányembrió korai (150 mm-s hosszánál kisebb) fejlettségi állapotában a szervezetbe kerülő, vagy ott körösen termelődő androgének megindíthatják a Wolff-cső fejlődését is, tehát mindkét nemre jellemző belső nemi szervek jelennek meg. Az ivargumó a kilencedik terhességi hétig azonos küllemű a lány- és fiúembrióban. Ekkor azonban XY esetben androgénhatásra növekedésnek indítja és létrehozza a péniszt. Ha az androgénhatás (túlsúly) 150 mm-nél hosszabb lányembrióban következik be, akkor az a külső nemi szervekben okoz változást, például jelentősen megnő a csikló (pé-



4. ábra. A nemi apparátus fejlődésének áttekintése

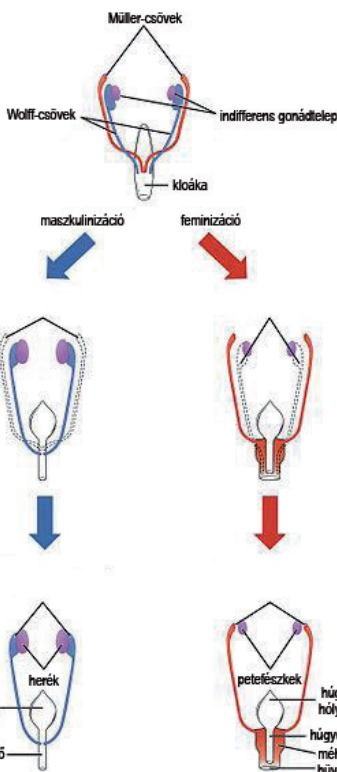
telepből férfiban a herezacskó és a pénisz, míg nőben a vulva (kis és nagyajkak, csikló). Ugyancsak e hormonok hatására alakulnak ki a másodlagos nemi jellegek: a tipikus szőrnövekedés, a hangszín, az emlők, a medence szélessége stb. A nemi apparátus fejlődésének összefüggéseit a 4. ábra mutatja.

meg, melyik nembe kíván tartozni. Korábban ez nem volt így és ma sincs így a vallásoktól mélyen befolyásolt konzervatív országokban, amint ahogy a demokratikus országok köztudatában is nehezen rögzül.

Jobb híján a pszichés nem kategóriájába sorolódik be a transzszexualitás és homoszexualitás is, mivel okaik, mozgatórugóik pontosan nem ismertek. A pszichés hatások, az ellentétes nembe tartozás vágya, illetve annak megnyilvánulása olyan mértékű lehet, hogy transzszexualitás esetén a sebészi beavatkozás sem kizárt. Enyhébb esetben ez csak a másik nem ruházatának viselésében, magatartásának utánzásában nyilvánul meg (transzvesztita). Homoszexualitás esetében jelentős próbálkozások történtek a biológiai alapok meghatározására, eddig azonban nem történt áttörés. Ugyanakkor az átlagostól való eltérések tapasztalhatók a hormon-szintekben, és jelentős méretbeli különbségeket találtak az agy nemi magatartásért felelős régiójában, ami homoszexualitás vagy transzszexualitás esetében jóval kisebb, mint a heteroszexuálisaké, és szinte azonos a nőkével [4], ami születés körüli beállítódási zavarral utalhat. Ez cáfolja a nevelés, illetve a környezet (katonaság, börtön) oki tényezőként való elfogadását, miközben provokáló hatásuk az arra biológiailag előkészített személyekben nem tagadható.

A törvényes (hivatalos) nem

Születésekor mindenkit besorol valamilyen nembe az anyakönyvvezető, ez lesz a törvényes neme (nő, férfi). Ez a nem az élet folyamán az adott személy pszichés nem által befolyásolt kívánsága szerint változtatható,



3. ábra. A belső nemiszervek fejlődése

nisszerűvé válik).

A külső nemi szervek kialakulása a terhesség harmadik hónapjában indul meg az adott gonád hormonjainak (androgének és ösztrogének) hatására. Így alakul ki a közös

A pszichés nem: minek tartom magam?

A pszichés nem normális körülmények között a kromoszomális és gonadális nem által, valamint a nemi megjelenés által meghatározott. Előbbiek által azért, mert a hormonok hatása alapvető, utóbbi által azért, mert az ember saját magát tanulmányozva is megállapítja, hová tartozik. Másrészt mert mások által is emiatt lesz besorolva, nálunk például a lányt már születéskor rózsaszín, a fiút kék ruházattal várják. A nemmel kapcsolatos társadalmi szokások hatása jelentős, és vallásoktól, földrajzi régióktól, korszakoktól befolyásolt, ami azt is jelenti, hogy ugyanabban az időszakban nagy eltéréseket mutat. Mivel a családi ráhatásnak is van közvetlen szerepe, a pszichés nem általánosságban nem határozható meg, mert egyéni bizonyos csoportokon belül. Ennek ellenére vannak bizonyos általános pszichés nemi jellegzetességek, főleg, ha a női és férfi nem pszichéjét vetjük össze. Ezek a valaha éles különbségek korunkban csökkenni látszanak, ami a viselkedés, öltözködés, dominancia-viszonyok stb. hasonulásában mutatkozik meg.

A pszichés nem független lehet az összes többi nemi kategóriától, és ezt napjainkban a fejlett demokratikus országokban el is ismerik. Tehát az egyén saját maga határozhatja

ami azt jelenti, hogy a törvényes nem egyik kategóriájából a másikba kerül át, de újabbban lehetséges az interszexként való meghatározás is. Ezek a lehetőségek azonban társadalmilag meghatározottak, tehát a Föld korlátozott területére terjednek ki.

Minél bonyolultabb, annál több a hiba

Mivel az ember nemi felépítése rendkívül bonyolult, sok tényező egymásra hatása alakítja ki. A nemi szervek telepei kezdetben indifferensek (bipotenciálisak) és a nemi kromoszómák által előhívott gonádok hormonjai fejlesztik ki azokat – normális körülmények között az egyik irányban. Ebből következik, hogy számos találkozási pontnak kell időben és térben egyeznie ahhoz, hogy a fejlődés valóban egyirányú, azaz normális legyen. A normális fejlődéshez szükséges harmóniát azonban számos belső és kívülről bekerülő tényező zavarhatja meg, könnyebben, mint a kevésbé bonyolult felépülő rendszerek esetében. A belső tényezők hatása az ősidők óta végbemegy, ha ennek regisztrálása a jelenleginél kevésbé történt is meg. Kívülről azonban minőségileg és mennyiségileg nagyságrendekkel kevesebb zavaró tényező jutott be az emberi szervezetbe, mint napjainkban, ennek ellenére már a század elején is riasztó volt a nemiséggel kapcsolatos problémák mennyisége. Az Egyesült Államokban végzett felmérés szerint 1/100 volt a mennyisége azoknak, akiknek a teste eltért a normál női vagy férfi alkatától és 1–2/1000, akiknél sebészeti beavatkozásra volt szükség (27 000 műtét/év) a genitális apparátus „normalizálásához”. [5,6] A statisztika nem pontos, mégis jelzi a probléma méretét. És úgy tűnik, a java még csak most jön. Ezzel a problémakörrel foglalkozik a cikk második része. 📖

Irodalom

- [1] Csaba G. Orvosi Biológia. Semmelweis Kiadó Budapest 1994
- [2] Törő I, Csaba G. Az ember normális és patológiás fejlődése. Akadémiai Kiadó, Budapest 1964
- [3] Nef S, Parada L.F. Hormones in the male sexual development. *Genes Develop* 14, 3075-3186, 2000
- [4] Swaab DF, Garcia-Falgueras A. Sexual differentiation of the human brain in relation to gender identity and sexual orientation. *Funct Neurol* 24, 17-28 2009.
- [5] Fawzy F. et al. Cryptorchidism and fertility. *Clin Med Ins Repr Health* 9, 39-49 2015
- [6] Blackless M. et al. How sexually dimorphic are we? *Review and synthesis*. *Hastings Center Rep* 28, 3, 24-35 2000

Minek nevezzetek?

A Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Kémiai Szövetség (*International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC*) 2016 júniusában négy új elem elnevezését hagyta jóvá. [1–2] Ezek a következők:

- a 113. rendszámú **Nihonium**, vegyjele **Nh**, amelyet a japán RIKEN Nishina Centerben fedeztek fel. Nihon a japán nyelvben az ország egyik elnevezése, szó szerint „a felkelő nap országa”
- a 115. rendszámú **Moscovium**, vegyjele **Mc**, a Moszkva melletti Dubna városában működő Egyesített Atommagkutató Intézet munkásságát elismerve, ahol az elemet felfedezték
- a 117. rendszámú **Tenneszine**, vegyjele **Ts**, az amerikai Tennessee államra utalva, elismerve az ott működő *Oak Ridge Nemzeti Laboratórium*, a *Vanderbilt Egyetem* és a *Tennessee Egyetem* hozzájárulását a szupernehéz elemek kutatásához,
- a 118. rendszámú **Oganesson**, vegyjele **Og**, amelynek felfedezése a dubnai *Egyesített Atommagkutató Intézet* és a *Lawrence Livermore National Laboratory* együttműködésének eredménye. A névvel az 1933-as születésű *Jurij Oganeszján* örmény származású kutató kiemelkedő munkásságát kívánják elismerni a transzaktinida elemek, valamint a szupernehéz elemek magfizikájának kutatásában, különös tekintettel a „stabilitási sziget” felfedezésére. [3]

Jurij Colakovics Oganeszján 28 éves korában csatlakozott a dubnai Egyesített Atommagkutató Intézetben *Georgij Fljorov* professzor csoportjához. Ma már a Fljorov Magreakció Laboratórium (*Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, FLNR*) igazgatója. A atommagszintézis és a stabilitási sziget kiemelkedő kutatója, a *Flerovium* szupernehéz elem felfedezője, akinek a felfedezését tíz évvel később, 2009-ben amerikai kutatók is megerősítették.

A IUPAC 2016 novemberében erősítette meg, hogy a 118. rendszámú elemet *Jurij Oganeszján*ról nevezik el. Korábban összesen csupán egy tucat tudós részesült abban a megtiszteltetésben, hogy elemet neveztek el róla (*curium, einsteinium, fermium, mendelevium, nobelium, lawrencium, rutherfordium, seaborgium, bohrium, meitnerium, roentgenium, copernicium*), és ezek közül csak egy tudós, Glenn Seaborg volt életben a névadás idején. Ma már csak *Jurij Oganeszján* az egyetlen élő tudós, akinek neve szerepel az elemek periódusos táblázatában.

Ebből az alkalomból a *New Scientist* folyóirat interjút közölt a kiemelkedő tudóssal Richard Gray tollából.[4] Érdemes az interjúból néhány érdekes részletet kiemelni.

– *Őn az egyetlen élő személy, akiről elemet neveztek el. Milyen érzés csatlakozni Albert Einsteinhez és Marie Curie-hez?*

– Számomra igazán nagy megtiszteltetés. A 118-as elemet az oroszországi Egyesült Atommagkutató Intézet és az amerikai Lawrence Livermore National Laboratory kutatói fedezték fel, és a kollégáim javasolták az Oganesson elnevezést. Gyermekeim és unokáim évtizedek óta az Egyesült Államokban élnek, de a lányom azt írta, hogy a hír hallatán egész éjjel nem aludt, mert végig sírt. Az unokák, mint minden fiatal, hűvösen reagáltak.

– *Hány elemet segített felfedezni, mióta 1956-ban dolgozni kezdett a témában 1956-ban?*

– Hosszú idő telt el azóta. Amikor elkezdtem, csak 101 elem volt ismeretes. Most már 118 van, és betöltik a periódusos rendszer hetedik sorát. Mióta csatlakoztam a Fljorov Laboratóriumhoz, főként új elemek előállításával foglalkoztam, ezért tudtam segédkezni a felfedezésükben. A mi együttműködésünk az amerikai kutatókkal még a hidegháború idején is igen szoros volt.

– *Hogyan állítják elő a szupernehéz elemeket?*

– Nagy nehézségek árán. Ahhoz, hogy egy atom létrejöhessen, szükség van egy magra, hogy egyensúlyt teremtsen a vonzó és tasztító erők között, ezért „mágikus számú” protonra és neutronra van szükség. Új elemeket úgy hozunk létre, hogy atomokat felgyorsítsunk a fénysebesség egytizedére, és nehezebb, céltárgy elemekkel ütköztetjük. Amikor az ütközés létrejön, van némi esély arra, hogy összeolvadnak és szupernehéz atommagot hoznak létre.

A kutatások tovább folynak, és feltehetően újabb elemeket is sikerült majd felfedezni. Az olvasóban csak az az érdekes kérdés fog felmerülni: mekkora rendszámú él majd véget az elemek periódusos rendszere?

B. GY.

Irodalom

- [1]. <https://iupac.org/iupac-is-naming-the-four-new-elements-nihonium-moscovium-tennessine-and-oganesson/>
- [2]. <http://www.panarmenian.net/eng/news/214255/>
- [3]. https://en.wikipedia.org/wiki/Yuri_Oganessian
- [4]. <https://www.newscientist.com/> 2017. április 11.