

# A jövő fertőtlenítőszere – egy választható kurzus tükrében

Professzor Noszticzius Zoltánnal és professzor Rosivall Lászlóval a Solumium orvostechnikai eszközről, a „Tudomány és művészet kóréletana” kurzus keretében Bányai Bálint beszélgetett.

Az előző félévben a tárgyfelvétel során megpillantottam a választható kurzusok között a „Tudomány és művészet kóréletana” tárgyat. A hallgatói kíváncsiság erejével felvettem, gondolva, a kórélettant biztosan segíti, a művészetet is kedvelem, hát miért ne? A „szerda esti boldog órákra” járva egyre inkább az fogalmazódott meg bennem, hogy itt sokkal többről van szó. Rosivall professzor úr olyan különleges kutatókat – előadókat hívott meg ezekre az előadásokra, akiknek a munkássága túlmutat egy egyszerű tudományos felfedezésen. Átfogó multidiszciplináris és érdekes témák kerültek terítékre. Ahogy Rosivall professzor fogalmazott: „talán egyre kevesebb az, aki a kutatás örömeért alkot”, én viszont úgy gondolom, hogy itt még találkozhattunk velük.

A kurzus keretében az egyik előadáson Noszticzius Zoltán professzor úr volt a meghívott vendég, aki a BME Fizika Tanszékének professzor emeritusa. Megismertette velünk a már több mint 10 éves kutatásának sikeres eredményét, a Solumiumot,<sup>1</sup> mely azért is meglepő, mert hatóanyaga egy már 1811-ben (Sir Humphry Davy által) felfedezett molekula, nevezetesen a *klór-dioxid*, amely a vízben jól oldódó, sárga színű, a klórhoz hasonló szagú gáz. A hatóanyag másik különlegessége, hogy bár egy szabad gyökről van szó, mégsem jellemző rá a nagy reakcióképesség. Az élő szervezetekben – így a baktériumokban is – csupán 4 aminosavval: a ciszteinnel, tirozinnal, triptofánnal, és metioninnal reagál, és utána, mint gáz, gyorsan elillan. Pontosán ebben a kettős tulajdonságban van a hatóanyag csodája: mivel a 4 aminosav minden élőlényben megtalálható, ezért bármilyen élő mikroorganizmust képes elpusztítani (sőt még a vírusokat is képes inaktíválni), viszont, mivel gyorsan elil-

lan, ezért a nagyobb méretű élőlényekbe már nincs ideje behatolni, ezeket így „nem bántja”. Ezt nevezte professzor úr a méretszelektivitás elvének, és ebben alapvetően különbözik más antimikrobiális szerek (például az antibiotikumok) kémiai szelektivitásától. Ebből a tulajdonságból adódik, hogy csak a szervezet vagy a testüregek felületén lévő mikrobák elpusztítására, vagyis felületi fertőtlenítésre használható, szisztémás fertőzésekre viszont nem, mert a szervezet belsejébe behatolni, és ott hatást kifejteni nem képes. Ez ugyanakkor előny is, mivel így káros hatása sem lehet a szernek.

*Bányai Bálint: Mi inspirálta egy ilyen fertőtlenítőszerrel kapcsolatos kutatásban, hogy indult a kutatás?*

*Noszticzius Zoltán:* Korábbi kutatásaimban oszcillációs reakciókkal foglalkoztam, és ennek kapcsán használtam klór-dioxidot. Ekkor azonban még nem tudtam, hogy a világ leghatékonyabb (bár nem a legerősebb, mert az az ózon) fertőtlenítőszerét tartom a kezemben. A klór-dioxiddal kapcsolatos mélyebb kutatásra egy néhai vállalkozó barátom inspirált, aki azt javasolta, hogy egy igazán hatékony, mégis könnyen kezelhető és veszélytelen fertőtlenítőszer nagyon jól jönne, mert az nincs. Ennek hatására 2004-ben elkezdtem a kutatást, és az irodalmi előtanulmányaimból jöttem rá, hogy a klór-dioxid jó kiindulópont, csak nagyon tisztán („hipertisztán”) kellene előállítani. Felfedeztük, hogy a klór-dioxid gyorsan és szelektíven permeál (hatol át) szilikongumi membránokon, és így hipertiszta klór-dioxid oldat állítható elő. Ezt az eljárást mint találmányt 2006-ban nyújtottuk be. (Az európai szabadalmi oltalmat ezt követően többéves eljárás után 2012-ben adták meg.) A Solumium oldato-

kat 2008-ban bőr- és nyálkahártya-fertőtlenítőszerként engedélyezte az OTH, majd az európai jogszabályok változását követve 2016-ban az OGYÉI Orvostech-nikai Főosztálya orvostech-nikai eszközökként regisztrálta ezeket. Fontos megjegyezni, hogy a Solumium éppen azon tulajdonsága miatt minősül orvostech-nikai eszköznek, mert nem hatol be az emberi szövetekbe (így definíció szerint nem minősül gyógyszernek).\*

2007-ben kerültem kapcsolatba Rosivall Lászlóval, aki komoly segítséget nyújtott a molekula orvosi alkalmazási területeinek felderítésében. Az orvosi alkalmazásoknál igen fontos például, hogy a klór-dioxid – az ózonnal szemben – nagyon hatásos a biofilmek hatástalanításában is. A fertőző betegségek zömét pedig éppen ilyen biofilmek okozzák.

*B. B.: Egy régóta ismert molekuláról van szó, sok tudós letett ennek sikeres hasznosításáról. Honnan jött az ötlet, hogy mégis foglalkozzon ezen molekula lehetőségeinek a mélyebb kiaknázásával?*

N. Z.: A molekula 1811-óta ismert, de sokáig nem fordították rá különösebb figyelmet. Jóval később, az 1800-as évek végén, német vegyészek ismerték fel a klór-dioxid fertőtlenítő hatását, de ezzel kapcsolatos további kutatásokat nem végeztek, és a gyakorlatban sem alkalmazták. Csak a múlt század negyvenes éveiben kezdték el használni, amikor rájöttek, hogy ez a fertőtlenítőszer a klórtól eltérően nem klórozza a szerves anyagokat. Ezért olyan közhálózati ivóvizek fertőtlenítésére is alkalmazható ez az anyag, ahol a klór használata kellemetlen ízű, sőt mérgező szerves klórvegyületeket eredményezne. Elsőnek az

USA-ban, Niagara Falls városkában (a vízesés mellett) alkalmazták, ahol a víz fenoltartalma miatt volt erre szükség. Azóta széles körben elterjedt a világon, olyan vizek fertőtlenítésére, amelyeknek nagy a szervesanyag-tartalma, például Brüsszelben 1956 óta használják. A klór-dioxid oldatokat általában a helyszínen, különféle vegyszerek összekeverésével állítják elő, és ezeket az oldatokat egyre több célra alkalmazzák. Az ilyen oldatok azonban a klór-dioxidon kívül más vegyszereket is tartalmaznak, ezért ilyen formában nem alkalmasak emberi fertőzések kezelésére. Ez a lehetőség csak most nyílt meg előttünk a nagy tisztaságú klór-dioxid oldatok előállítására révén.

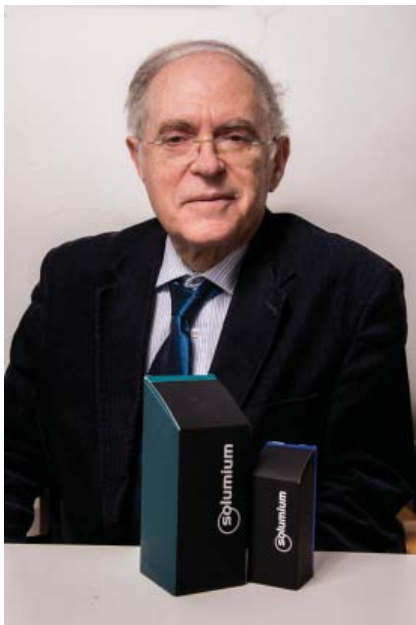
*B. B.: Hogy jutott eszébe, hogy pont egy ilyen banális eszközt alkalmazzanak a tiszta oldatok előállítására, mint a szilikongumi?*

N. Z.: Természetesen volt előzménye, nem véletlenszerűen jött az ötlet. Korábban sokat foglalkoztunk azzal, hogy bizonyos polimer műanyagokon miként képesek a gázok áthatolni. Ezek a polimerek bár szilárdnak tűnnek, lokálisan mégis folyadék jellegűek. Amikor a polimer molekulákat kémiai keresztkötések kötik össze, akkor az anyag megszilárdul. Ha azonban ezek a kötések egymástól elég távol vannak, akkor a polimer szegmensek lokálisan ugyanúgy tudnak mozogni, mint egy keresztkötés nélküli folyékony polimerben, és így diffúzió által képesek a kis molekulákat átengedni. A klór-dioxid sok szilárd polimeren képes áthatolni (permeálni), miközben ezeken az apoláris fázisokon a vízdoldható szerves anyagok nem tudnak átmenni, hiszen nem oldódnak az apoláris fázisban. Amikor tehát

a klór-dioxidot vízdoldható szerves reagensekkel (például sósavval) gyártjuk, akkor a szilikongumin ezek a reagens nem, egyedül csak a ClO<sub>2</sub> tud áthatolni. A szilikongumit azért választottuk, mert ennek az anyagnak különlegesen nagy az áteresztő képessége (a permeabilitása) a klór-dioxidra. Ha most ezt a permeált klór-dioxidot desztillált vízbe vezetjük, akkor a ClO<sub>2</sub> hipertiszta oldatát nyerjük.\*\* Ez a tisztaság adja az igazi felfedezést, mellyel megnyílt a lehetőség a gyógyászati alkalmazásra.

Azt is érdemes megjegyezni, hogy miután a ClO<sub>2</sub> más apoláris, például szerves fázisokban is jól oldódik, ezért a sejtek membránján, azok lipidfázisán is képes áthatolni. E tulajdonság révén

Noszticzius Zoltán



Rosivall László



a ClO<sub>2</sub> képes behatolni a mikroorganizmusokba, és elpusztítani azokat.

*B. B.: Milyen alkalmazhatósága van a jelenlegi orvosi vagy egyéb körülmények között?*

*N. Z.–R. L.:* Mind a víz-, mind a gázfázisban való oldhatósága adta a lehetőséget a fogászati alkalmazáshoz, főleg gyökérkezeléseknél, mert ennek köszönhetően – a hypóval ellentétben (ami a jelenlegi gold standard eljárás a gyökérkezelésben) – a klór-dioxid gáz képes behatolni olyan a levegővel telt dentin tubulusokba is, ahova a folyadékfázis képtelen lenne bejutni. A dentin tubulusok kb. 5 µm-es átmérőjűek, ahol egy 1 µm-es mikroba könnyen elfér. A Semmelweis Egyetem klinikáján a fogorvosok jelentős része már ezt használja a gyökérkezeléskor fertőtlenítésre. Akik használták, pozitívan nyilatkoztak róla. Mindemellett a hétköznapi életben történő felhasználása sem elhanyagolható, hiszen bármilyen felületi fertőzés (például sebek vagy gombás megbetegedések) ellen hatásos külsőleg éppen úgy, mint szájfertőzések (afta, herpesz, ínygyulladás) kezelésére. Mivel a ClO<sub>2</sub> a szilikongumi katéterek anyagán is jól áthatol, ennek alapján előkészítés alatt áll a hólyagfertőzések elleni alkalmazás is.

A lakosság részére patikákban több éve megrendelhető, kapható. Elismerését igazolja, hogy 2 éve a Solumium megkapta a svéd Gran Prize díjat is.

A klór-dioxid fontos tulajdonsága, hogy vele szemben a mikrobák nem képesek rezisztenciát kifejleszteni, hiszen a korábban említett 4 aminosavat egyik mikroba sem nélkülözheti. Távolati alkalmazási lehetőségek: amennyiben sikerül széles körben elterjeszteni (mind emberi, mind állati alkalmazásban a felületi fertőzések kezelésére), akkor nagymértékben visszaszorulhatnak a sok veszéllyel járó profilaktikus antibiotikumok kezelése, így módon csökkentve az antibiotikum-rezisztencia kiváltó okát. Ennek köszönhetően csökkennének, akár el is tűnhetnének a multirezisztens baktériumok (MRSA, VRSA stb.), és így újra hatásosabbá válnának a szisztémás kezelésekre az antibiotikumok. A nozokómiális fertőzések is drasztikusan csökkennének.

*R. L.:* A klór-dioxid felhasználásának rengeteg lehetőségét látom. Mint nefrológus, például a dializálómembránok, -gépek fertőtlenítésében, hiszen olyan anyagról van szó, amit később nem kell eltávolítani a rendszerből, mert mint gáz, magától elszáll. Alkalmas lehet továbbá akár peritonitis kezelésére peritonealis dialysis használatakor, vagy más hasonló körülmények között. Már sok területen történt kipróbálás. Berencsi professzor úr annak idején a mikrobiológiai kuta-

tásoknál a munka utáni fertőtlenítésre használta nagy örömmel, mert így megúsza a formaldehid kellemetlenségeit. Sikeresen használták a traumatológusok, urológusok roncsolt sebek, cystitisek, bőrfelszíni fertőzések kezelésére is. Természetesen a fogászati alkalmazás az egyik legjelentősebb felhasználási terület. A távlati lehetőségeket tekintve úgy gondolom, hogy eljön az idő, amikor mindenki zsebében ott lesz, mint a fertőtlenítésre használandó elsődleges szer. De a harcászatban is létjogosultságot nyerhetne, mint egy biológiai fegyver (az anthrax spórák) ellenszere. Nagy reményeket fűzök a hatóanyag széles körű elterjedéséhez, mint ahogy azt a fentebbi példák mutatják. Hiszem, hogy itt olyan jellegű felfedezésről van szó, amilyen a múlt században Bíró golyóstolla volt, de remélem, hogy nekünk nem kell több, mint 50 évet várni az elterjedésére.

*B. B.: Fontosnak tartja, hogy az orvos-medikus társadalomban több figyelmet kapjon ez a kutatás?*

*R. L.:* A kurzus célja mindenképpen a legfrissebb, legérdekesebb és legfontosabb minőségi kutatások, illetve azok kórélettani vonatkozásainak bemutatása a hallgatók számára, melynek célja a kurrikulum kiegészítése az aktuális felfedezésekkel és a művészetekkel. Hiszen az orvoslás egyfajta kultúráközvetítés, mely nem csupán a kötelező tantárgyak elsajátításáról szól. Ennél több kell!

Mindezek fényében kijelenthetjük, hogy a professzor urak fontosnak tartják ezen, illetve ehhez hasonló új felfedezések megismertetését a hallgatósággal. Reméljük ez a cikk megfelelő teret ad e kíváncsoknak.

*\*Ennek a kutatásnak a gyümölcse a professzor urak 2013-ban megjelent közös cikke a klór-dioxid hatásának méretszelektív voltáról,<sup>2</sup> melyre mindketten szívesen gondolnak vissza, mint az együttgondolkodás szép és hasznos eredménye.*

*\*\*Hípertisztán alatt értsd: a vízben kívül csak ezt a molekulát tartalmazza az oldat, semmilyen más kiindulási anyagot, avagy közti terméket (például sósavat) nem tartalmaz.*

## Irodalom

1. <http://www.solumium.com/solumium/index.php>
2. Noszticzius Z, Wittmann M, Kály-Kullai K, Beregvári Z, Kiss I, Rosivall L, et al. (2013) Chlorine Dioxide Is a Size-Selective Antimicrobial Agent. *PLoS ONE* 8(11): e79157. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079157>  
Az interjú megjelent a *Semmelweis Egyetem Szinapszis c. folyóiratának* 2017 márciusi számában is.