

## Kutatás-fejlesztéssel az egészségesebb környezetért

A húsz éve működő, számos magyarországi egészségügyi intézmény takarítását végző B+N Referencia Zrt. menedzsmentje erőteljesen fókuszál az automatizálásra és robotikára – derül ki Nagy Zsuzsanna higiéniai üzletág-igazgató, Zalka Péter K+F vezető és Dr. Ósz Ágnes biológus, tudományos főmunkatárs lapunknak adott interjújából. Úgy vélik, hogy K+F részlegük fejlesztései révén hatékonyabbá tehető a kórházi fertőzések megelőzése, így jelentősen növelhető a betegbiztonság.

### – Hány egészségügyi intézmény takarítását biztosítja a vállalatuk?

*Nagy Zsuzsanna:* Vállalatunk jelenleg 11 kórház, szakrendelő és rehabilitációs intézmény egészségügyi takarításával, kiemelt higiéniai területeinek (műtők, laborok) teljes körű takarításával és fertőtlenítésével foglalkozik. Megbízóink köre 2022-ben további egészségügyi intézményekkel fog bővülni.

### – Miért érezték szükségét a technológiafejlesztésnek?

*Nagy Zsuzsanna:* Ahhoz, hogy magas színvonalú és körültekintő szolgáltatást nyújthassunk a rend és tisztaság megteremtése érdekében, gördülékeny és költséghatékony takarítási rendszer megléte szükséges. Kutatás-fejlesztési részlegünk folyamatosan azon dolgozik, hogy újfajta eljárásokat vehessünk be, hozzájárulva ezzel az egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések elleni harchoz. A munkatársaink által kifejlesztett innovatív módszereket úgy illesztjük a mindennapi munkafolyamatainkba, hogy azok révén minimalizálható legyen a kórházi osztályokon kialakuló fertőzések kockázata.

### – Mely fejlesztéseket emelnék ki ezek közül?

*Zalka Péter:* Nagymértékben növeli a takarítás hatékonyságát a saját fejlesztésű takarító robotunk, amely jelenleg öt kiemelt egészségügyi intézményben, valamint sportcsarnokokban és a Budapest Airport területén is segíti a munkánkat. K+F tevékenységünk eredményeként a takarítás szolgáltatába állítottunk egy kézi UV-fényt kibocsátó fertőtlenítő berendezést, illetve fejlesztünk egy autonóm UV fertőtlenítő robotot és egy újgenerációs genomszekvenálási technológián alapuló higiéniai elemző és riasztó rendszert is. Jelenleg zajló vizsgálatunk pedig arra irányul, hogy milyen mértékben hatékonyak az egészségügyi intézményekben való használatra újonnan fejlesztett felületkezelő szerek.

## ROBIN, A TAKARÍTÓROBOT

### – Hogyan telik a takarítórobot egy napja a kórházban?

*Zalka Péter:* A Robin 3000/3100 egy takarítást segítő autonóm sűrűlógép, amely a nagy területek tisztításával növeli az üzemeltető operátor munkájának hatékonyságát. Folyosók, közösségi terek, raktárak, 2-300 m<sup>2</sup>-nyi összefüggő részekből álló 1500 m<sup>2</sup>-es kemény burkolatú, fertőtlenítőszerrel és sűrűlással tisztítható területek takarítására alkalmas. Az előre beprogramozott takarítási térkép alapján automatikusan kiszámítja a terület bejárás útját. Üzemeltetése során folyamatos felügyeletet igényel, vagyis a kezelőnek látótávolságon belül kell tartózkodnia. Egy technikus akár három-négy robotot is felügyel.

*Nagy Zsuzsanna:* Reggel az operátor feltölti fertőtlenítőszerrel, majd a takarítási területre kíséri a robotot. Az operátor összeszedi a darabos szemetet, kiüríti a szemétygyűjtőket, letakarítja a széleket és a bútorok alatti területeket, míg a takarító robot mellette elvégzi a szabad területek fertőtlenítő felmosását. Ha megtelik a szennyvizes tartály, a robot leáll, üzenetet küld az operátornál lévő telefonra, a szennyvíz leeresztését és a fertőtlenítő tartály újratöltését követően pontosan ott folytatja a munkát, ahol abbahagyta. Ha csökken az akkumulátor töltöttségi szintje, az operátor bekíséri a töltőállomásra. Az útvonalterv végrehajtásakor a térképen nem szereplő, váratlan akadályok közelében a robot lelassít, és kikerüli azokat, így sem a betegeket, sem a berendezéseket nem veszélyezteti.

### – Kiváltható a robottal a kézi takarítás?

*Nagy Zsuzsanna:* Természetesen nem. A robot nem képes a takarítás minden mozzanatát elvégezni. Viszont amíg a robot feltakarít több száz négyzetmétert, addig a kollégánk a nem gépesíthető feladatok elvégzésére koncentrálhat. A robot kezelése, feltöltése és ellenőrzése az irányító kollégák munkaidejének legfeljebb 20-30 százalékát teszi ki.

*Zalka Péter:* A fejlesztés során nem a munkaerő teljes kiváltása volt a cél, hanem az emberi munka támogatása, illetve a takarítás hatékonyságának növelése. A robot gyakorlati takarítási képessége eléri az 500 m<sup>2</sup>/órát, egy elektromos feltöltés háromórás üzemidőre elég, egy vízfeltöltés pedig egy órára. A fejlesztés fontos hozadéka még, hogy a robotos takarítás monitorozható. Ennek köszönhetően mindig pontosan tudjuk, hogy egy adott területen mikor, mit és hogyan takarított fel a robot. Ha kimaradt a takarítási térkép egy részlete, utánajárunk, hogy mi történt. Ez komoly változást jelent a cég működésében is, hiszen ha alulfejlesztett a robotunk, és ismerjük ennek okát, a rendelkezésünkre álló adatok alapján eldönthetjük, hogy érdemes-e az adott terü-

leten tovább alkalmazni a robotot. Mivel a takarítás robot-, terület- és cégszinten is nyomon követhető, az általunk nyújtott szolgáltatás minősége emelkedik.

## UV FERTŐTLENÍTÉS

– **A kórházi fertőzések terjedésének megállítása nagymértékben függ a fertőtlenítés módjától és minőségétől. Milyen fejlesztéseket hajtottak végre ezen a területen?**

*Nagy Zsuzsanna:* Fejlesztéseinknek köszönhetően az eszköztárunk egy kézi UV fertőtlenítő berendezéssel és a jövőben ennek önjáró változatával bővül. Ezen eszközök fontos előnye, hogy alacsony az élők munkája igényük és egységes fertőtlenítési minőséget biztosítanak. Az UV fertőtlenítés a hidrogén-peroxidral és ózonnal történő fertőtlenítéshez képest sokkal gyorsabb technológia. A fertőtlenítés vegyszermentesen történik, a kezelés végén a helyiség azonnal használható, és nincs szükség hosszadalmas előkészítésre, mint például a gázos módszereknél a szoba levegőjének szeparálására.

– **Milyen előnyöket nyújt majd a mindennapi gyakorlatban a berendezés?**

*Nagy Zsuzsanna:* Azokban a helyiségekben, ahol fertőző beteg fordult meg és nagy a fertőzésveszély, bevethető lesz az UV fertőtlenítő robotunk, amely előre kijelölt térkép szerint fog mozogni. Természetesen első lépésben kézi erővel ki kell takarítani a helyiséget annak érdekében, hogy ne maradjon olyan szennyeződés, amely alá nem képes behatolni az UV fény. Míg a hidrogén-peroxid és az ózonos fertőtlenítés körülbelül három órát vesz igénybe, addig az UV fertőtlenítés sokkal gyorsabb. A tesztek során a mintaberendezésünk 15-20 perc alatt végzett egy 20 m<sup>2</sup> alapterületű helyiség fertőtlenítésével. Még nem rendelkezünk kórházi tapasztalattal, de úgy véljük, ennyi idő szükséges egy átlagos alapterületű kötöző-vizsgáló helyiség fertőtlenítéséhez.

*Dr. Ósz Ágnes:* Az önjáró UV fertőtlenítő készüléket elsősorban kórházi felhasználásra szántuk. Sokkal gyorsabb fertőtlenítő hatás érhető el vele, mint a gázos illetve porlasztásos technológiákkal. Ugyanakkor a porlasztás minden apró lyukba bejut, az UV fény viszont nem. Éppen ezért először 3D-modellezéssel feltérképezzük a helyiséget, majd a robot annak alapján járja be az adott területet, az optimális útvonalon. Használata előtt nem szükséges lezárni a levegőztető rendszert és az ajtók melletti réseket. Előnye, hogy akár két kötözés között, negyedóra alatt lefertőtleníti azokat a felületeket, amelyekkel érintkezhetnek a betegek, illetve amelyek beszennyeződhetnek a kötözés vagy vizsgálat közben.

– **Milyen hatásmechanizmussal működik a berendezés?**

*Dr. Ósz Ágnes:* Az UVC fény csíraölő hatását a mikroorganizmusok örökítő anyagán keresztül fejti ki. A sugárzás hatására megbomlik a genom stabilitása, ami a sejt pusztulásához vezet. Az UVC fény az emberi bőrön és szemben is

okozhat rövid- vagy hosszú távú károsodást, ezért feltétlenül szükséges a személyzet védelme: ügyelni kell arra, hogy senki ne lépjen be a helyiségbe az UV-fertőtlenítés ideje alatt.

– **Milyen mikroorganizmusokat képes elpusztítani az UV fény?**

*Dr. Ósz Ágnes:* Az UVC fény az örökítő anyag (DNS illetve RNS) károsítása révén képes vírusok, baktériumok, spórák és gombák elpusztítására. Az élőlények örökítő anyaga különböző összetételű, így UV-érzékenységek is változó. A legérzékenyebb a baktériumok DNS-e, amelyet a DNS-vírusok, majd az RNS-vírusok követnek, végül a gombák DNS-e. Kompaktságuk miatt legkevésbé a spóra állapotú mikroorganizmusok érzékenyek az UVC fényre. Ez a módszer nem csak a felületeket, hanem a helyiségek levegőjét is fertőtleníti. Fontos tudni, hogy magasabb páratartalom esetén magasabb UV dózis szükséges ugyanolyan mértékű inaktiváció eléréséhez. Ezúton szeretném eloszlatni azt a tévhitet, hogy az UV fertőtlenítéssel minden csírátlanítható. Az UV fertőtlenítő robot ott végzi el a feladatát, ahova a fény bejut. Ebből következik, hogy használata révén a helyiség nem válik sterillé, mivel mindig állhat a fény útjában olyan objektum, amely leárnyékol egy-egy területet.

## MIKROORGANIZMUSOK KIMUTATÁSA

– **Ön a X. IME Országos Infekciókontroll és Betegbiztonság Konferencián előadást tartott a takarítási folyamatokba integrált mintavételezés lehetőségeiről. Összefoglalná, hogy melyek ezek a módszerek?**

*Dr. Ósz Ágnes:* Az általunk alkalmazott módszerek lehetővé teszik a takarítási folyamatok optimalizálását oly módon, hogy nyomon tudjuk követni az adott terület mikrobaközösségének időbeli változását. A mikroorganizmusok mennyiségi kimutatása többféle módon történhet, például biokémiai alapon (adenozin-trifoszfát, ATP mérése), tenyésztéses módszerekkel (pl. hagyományos telepszámlálás vagy tápközeg redoxpotenciál változásának mérése), valamint a nukleinsav analízise alapján (qPCR és metagenom szekvenálás).

– **Ezeket a módszereket alkalmazzák már egészségügyi intézményekben?**

*Nagy Zsuzsanna:* Egyelőre egy kórház egy kijelölt osztályán kísérleti jelleggel végzünk vizsgálatokat. A külön gyűjtött törölkendőkből és mopokból vett mintákból folyamatosan monitorozzuk az adott terület mikrobiológiai közösségét, és figyeljük a változásokat. A takarítás során használt impregnált törölkendőkből maradt biológiai eredetű szennyeződés, illetve azok mennyiségi változásainak kimutatása azért hasznos, mert lehetőséget nyújt a kórokozók megjelenésének gyors érzékelésére, és ennek révén az azonnali beavatkozásra. A fő cél a változáskövetés és a hatékony beavatkozás. Ha az adatfeldolgozást követően azt észleljük, hogy ugrásszerűen megnőtt a megfigyelt mikroorganizmusok valamelyikének száma, azonnal intézkedéseket hozhatunk, például vegyszert váltunk, vagy megnöveljük a vegyszer koncentrá-

cióját, szükség esetén bevetjük az UV-fertőtlenítő berendezésünket. Ha pedig veszélyes kórokozó felszaporodását észleljük, az egész területet kitakarítjuk és zárófertőtlenítjük.

#### – Hogyan zajlik a korábban említett metagenom szekvenálás?

*Dr. Ósz Ágnes:* A kórházi környezet higiéniai állapotának folyamatos ellenőrzése jelenleg is komoly feladat az intézmények számára, az egyes kritikus kórokozók – például a multirezisztens patogén baktériumok vagy a rotavírus – megjelenése azonnali beavatkozást igényel. E kórokozók kórházban történő elterjedése nagy kockázat a betegek és az egészségügyi dolgozók számára, amit a minél korábbi detektálás jelentősen csökkenthet. A közvetlenül a környezetből származó genomi szekvenációk (metagenom) vizsgálata lehetőséget nyújt az adott környezetben jelenlévő számos faj egyidejű elemzésére. Míg a hagyományos (Sanger) szekvenálással csak célzottan tudunk egy-egy DNS-szakaszt vizsgálni, addig az újgenerációs szekvenálás nagy áteresztőképességű elemzési módszer. Egyszerre sok mintát képes kezelni, illetve egy mintán belül is nagy fajgazdagságot képes kimutatni, akár több száz fajt is, így több információt képes nyújtani a közösség diverzitásával, taxonómiai összetételével kapcsolatban, ugyanis ezt nem korlátozzák a kötött szekvenciák használatával összefüggő problémák. Ebből eredően ezzel a módszerrel képesek vagyunk akár új fajok, illetve vírusok azonosítására is. A metagenom szekvenálás hátránya a nagymennyiségű adat miatti bonyolultabb feldolgozás és az összetettebb laboratóriumi előkészítés. Szintén molekuláris módszer az ún. qPCR (kvantitatív PCR), amely gyorsabb eredményt nyújt, viszont csak a marker fajok változásokövetését teszi lehetővé. Megfelelő mintavévo, logisztikai és adatelemző rendszer kialakítása esetén a minták feldolgozása vizsgálatától függően 24-48 órán belül megtörténhet.

#### – Milyen egyéb módszereket vizsgálnak?

*Dr. Ósz Ágnes:* A higiéniai elemzőrendszer részeként a qPCR és a DNS-szekvenálás kiegészítéseként két további módszert is tesztelünk. Az egyik az ATP higiéniai pálca, amely széles körben elterjedt az élelmiszerhigiéniai, de kórházakban is használják a felületek tisztaságának ellenőrzésére. Az ATP minden élő szervezetben megtalálható, mennyiségéből következtetni lehet a mikroorganizmusok számára. A lumineszcencia alapú ATP assay alkalmas a szennyeződések gyors, helyszíni meghatározására. Az ATP mennyiségét monitorozva vizsgáljuk a takarítás minőségét, amelynek alapján megállapítjuk az adott területre jellemző

higiéniai alapvonalat is. Kiugró értékek esetén átfogó higiéniai mérést végezhetünk (gyakori kórokozók vizsgálata qPCR-el vagy metagenom szekvenálás), és indokolt esetben pluszfertőtlenítésre is sort kerítünk. Szintén az élelmiszerhigiéniai elterjedt a Microtester elnevezésű készülék használata, amely képes az összcsíraszám kimutatására. A hagyományos tenyésztéses módszerhez hasonlóan az élő mikroorganizmusokat mutatja ki. Mivel a tápközeg oxigénfogyása alapján méri a mikrobák szaporodását, gyorsabb és pontosabb detektálásra alkalmas: akár 1 sejt/ml kimutatására is 1-12 óra alatt a helyszínen. A Microtester szabadalommal védett és akkreditált módszer, amely fejlesztést követően automatizált mérésre is alkalmassá válhat.

#### REZISZTENCIA: VALÓS VESZÉLY

*Nagy Zsuzsanna:* A folyamatos kutatás-fejlesztés lehetővé teszi számunkra, hogy nyomon kövessük a mikroorganizmusok terjedését, és azonnal tetten érjük az új, egészségügyi ellátással összefüggő fertőzések megjelenését. Azt is kutatjuk, hogy kialakul-e rezisztencia a különböző fertőtlenítőszerrel szemben. Ennek azért van különös jelentősége, mert ahogyan egyre nagyobb méretet ölt az antibiotikum-rezisztencia, úgy a baktériumok a felületkezelő szerek hatóanyagával, sőt még a vívíonyagával szemben is rezisztenssé válhatnak. A vegyipar nem lesz képes olyan gyorsan megváltoztatni a szerek összetételét, hogy azt ne tudják lekövetni a kórokozók. Ezért fokozottan figyelünk arra is, hogy ne alakuljon ki rezisztencia a fertőtlenítő szerekre. Ha pedig ez megtörténne, azonnal lecseréljük az adott készítményt.

#### – Tervezik-e, hogy a kapott eredményeket megosztják az egészségügyi intézményekkel is?

*Dr. Ósz Ágnes:* Jelenleg a módszer tesztelése zajlik. Létre kívánunk hozni egy informatikai felületet és egy riasztási rendszert, amelynek révén a területi vezetőink azonnal értesítést kaphatnak arról, hogy fellépett valahol a fertőzés kockázata. A végcél, hogy időben tájékoztassuk az érintett intézmény higiénikusát a fertőzésveszélyre. Megfelelő idősoros adatmennyiség után már éves trendeket fogunk látni, akár célzottan a SARS-CoV-2 vírusra vonatkozóan is. Az általunk alkalmazott módszerek összességéből egy olyan komplex rendszert építünk fel, amely – egyedülálló módon – lehetővé teszi az adott terület mikrobaközösségének időbeli változása alapján a takarítási folyamatok optimalizálását, igény esetén a mérési eredmények és trendek megosztását a megbízó intézménnyel. Végeredményben pedig a betegek és az egészségügyi dolgozók biztonságának növelését.

Boromisza Piroška