

# Nagy adatbázisok és a mesterséges intelligencia (MI) epidemiológiai felhasználási lehetőségei a nemzetközi katoná-egészségügyben

*The epidemiological utilisation of Big Databases and artificial intelligence (AI) based Near Real Time Surveillance system (NRTS) international military medical system*

Kecskés Attila<sup>1</sup> ✉

<sup>1</sup>NATO Katona-egészségügyi Kiválósági Központ

✉ kecskesa5573@gmail.com

A fokozódó háborús és terrorfenyegetettség miatti kitettség enyhítésére, a közel valós idejű előrejelzést (NRTS – Near Real Time Surveillance) azonosították mint a nem szokványos, nem tipikusan katonai akciók, támadásnak látszó módszertan (kémiai, biológiai, radiológiai anyagok / CBRN – Chemical, Biological, Radiological and Nuclear materials) korai, közel valós idejű azonosítását. Ezeket összefoglaló néven, közel valós idejű előrejelző eszköznek nevezzük (Near Real Time Surveillance tool). Ez az eszköz egyéb epidemiológiai kárscökkenésre is jól használható, megelőzve vagy csökkentve a fertőzések, járványok kitörését, elterjedését. A NATO-n belül már használatban lévő Epi-NATO-2 rendszer alkalmazása mellett egy, a NATO Katona-egészségügyi Kiválósági Központ által fejlesztett NRTS-rendszer tesztelését is elvégezték egy nemzetközi hadgyakorlat keretein belül, majd az éles tesztelés a KFOR egészségügyi egységeinek bevonásával folytatódott. A tapasztalatok feldolgozása megmutatta, hogy szükség van további finomhangolásra, de alapvetően az eszköz jól teljesít. A jövőbeli felhasználás kulcsfontosságú feltétele az adatbázisok összehangolása és a NRTS-adatokkal történő ellátása.

**Kulcsszavak:** epidemiológia, NRTS, katoná-egészségügy, fertőzéskezelés, NATO, CBRN

*In order to mitigate the exposure due to the increasing threat of war and terrorism, Near Real Time Surveillance (NRTS) has been identified as a preventive tool for unconventional, non-typical military actions and attacks (Chemical, Biological, Radiological and Nuclear materials – CBRN). These are collectively known as Near Real Time Surveillance tools. The tool can also be used to prevent or reduce other epidemiological damage, the outbreak and spread of epidemics. In addition to the application of the Epi-NATO-2 system, which is already in use within NATO, an NRTS system developed by the NATO Centre of Excellence for Military Medicine was tested within the framework of an international military exercise, followed by live testing in KFOR. Experience has shown that further fine-tuning is needed, but the device performs well. A key condition for future use is the coordination of databases and the provision of NRTS data [1].*

**Keywords:** epidemiology, NRTS, Military Medicine, Infection control, NATO, CBRN

## A PROBLÉMA KÖRÜLHATÁROLÁSA

A 2000-ben elszabadított lépfene okozta fertőzés az USA-ban, valamint a World Trade Center ikertornyai ellen, 2001. szeptember 11-én elkövetett terrorista merénylet után, a nemzetközi katonai közösségek, köztük a NATO (NATO – North Atlantic Treaty Organization) is ráeszmélt arra, hogy felbecsülhetetlen értéke van a valós idejű vagy közel valós idejű előrejelzéseknek (NRTS – Near Real Time Surveillance). Ha megbízható előrejelző rendszerek segítik a megfelelő szervezeteket, akkor lehetőségük nyílik megelőzésre, vagy az időben megszülető figyelmeztetés segítségével nagymértékű kárenyhítésre.

A fenyegetés alatt nem csupán klasszikus, katonai értelemben vett cselekedetekre kell gondolnunk, mint a diverziós beszivárgás vagy robbantások, rakétatámadások, hanem ezekről eltérő, nem tipikusan katonai akciónak, támadásnak látszó módszertan alkalmazására is, amivel szintén hatalmas károkat lehet előidézni mind élő erőben, mind pszichológiai szempontból vagy a kibertérben. Ilyen lehet az informatikai jellegű támadás (dezinformáció, kémkedés, károkozás...) vagy a kémiai, biológiai, radiológiai anyagok (CBRN – Chemical, Biological, Radiological and Nuclear materials) felhasználásával elkövetett cselekmény, ami a célzott ország vagy népcsoport megsemmisítését, gyengítését, megzavarását is képes valósítani, azaz valamilyen kárt okoz [1].

Még a nagy intenzitású katonai konfliktusok idején is, mint például Afganisztánban és Irakban, a fertőző betegségek továbbra is vezető okként azonosíthatók a kórházi kezelések és a katonák aktív szolgálatból való kiesése esetében.

A missziók során a következő egészségügyi okok fordulnak elő, amelyek miatt a katonák kiesnek az aktív szolgálatból:

- Harci sérülések: 5-25%
- Nem harci sérülések: 5-10%
- Fertőző betegségek: 65-80 % [1]

Ezért a kihelyezett katonák körében a fertőző betegségek visszaszorítása és minimalizálása operatív jelentőséggel bír a résztvevő nemzetek katoná-egészségügyi szolgálatai számára. Különösen az alacsony higiéniai színvonalú bevetési területeken, mint például egyes afrikai és dél- vagy közép-ázsiai területeken, a fertőzések elleni védekezés lényeges tényező lehet a bevetett csapatok harckészültségének fenntartása érdekében.

Egy másik tényező, különösen az aszimmetrikus hadviselés és a terrorellenes műveletek esetében, hogy ilyenkor min-

dig figyelembe kell venni a bioterrorista fenyegetések esetén a bevetett csapatok harcászultságára gyakorolt hatást.

Fentiekben említett tények miatt a NATO katoná-egészségügyi szolgálatainak nem csak a legkorszerűbb sürgősségi orvosi és gyógyító eszközöket/anyagokat kell biztosítaniuk, hanem ugyanilyen fontos a küldetésre szabott preventív orvosi és népegészségügyi eszközök használata annak érdekében, hogy garantálják a magas szintű egészségügy biztosítását (FHP – Force Health Protection) a kihelyezett katonák számára.

Az FHP, azaz a harc egészségügyi biztosítása, különösen a fertőző betegségek leküzdésének fontos része, a hatékony járványfelügyeleti rendszerek és képességek biztosítása pedig a fertőző betegségek kitöréseinek és járványainak időben történő és szabványosított kimutatását teszi lehetővé [2].

## AZ IGÉNY MEGFOGALMAZÁSA

A 2002-es NATO csúcstalálkozón a szövetség döntő, képességbeli hiányként definiálta a „közel valós idejű előrejelző képesség” (NRTS) hiányát. 2003-ban a NATO Allied Command Transformation (ACT) feladataként jelölte meg ennek fejlesztését [1]. Szerencsés egybeesés, hogy szinte azonos időben, párhuzamosan kezdett fejlődni a nagy adatbázisok használatán alapuló konstellációk, konklúziók kinyerése és a mesterséges intelligencia fejlődése. Ezen eszközök hasznosságának felismerésével hatalmas lépést tehetett az előrejelző rendszerek fejlődése is. A mesterséges intelligencia megjelenése elengedhetetlen feltétele volt ezen rendelkezésre álló hatalmas adatbázisok hatékony felhasználásának. Fontos megjegyezni, hogy az adatbázisok pontossága, megbízhatósága kulcsfontosságú ahhoz, hogy azok felhasználásával pontos és megbízható eredményeket kapjunk. Az egyik leglényegesebb és egyben legnagyobb kihívást jelentő feladat az adatok relevanciájának meghatározása, illetve a releváns együttállások, kapcsolatok definiálása. Egy bizonyos cél eléréséhez két módszertan különböztethető meg: az egyik, amikor már meglévő, nagy adatbázis áll rendelkezésre és ahhoz kell rendelni felhasználhatóságot, azaz ki kell találni, hogy azon adatok mire használhatók, milyen információk nyerhetők ki. (Például az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér adatainak felhasználásával kimutatható egy terápia hasznossága, vagy egy bizonyos betegség túlélési átlagideje.) Egy másik esetben meglévő célokhoz, feladatokhoz kell létrehozni vagy keresni adatbázist.

## A MEGOLDÁS

A NATO MILMED COE (NATO Centre of Excellence for Military Medicine) által fejlesztett eszköz esetében ez utóbbi megoldást kellett választani, mivel a cél az volt, hogy a lehető legkorábban lehessen észlelni, ha olyan tömeges egészségkárosodás lép fel a monitorozott csoportban, aminek tünetei egyezőséget, hasonlóságot mutatnak. Ezután el kell tudnunk választani a „természetes” folyamatokat a mesterségesen előidézett folyamatoktól, azaz hogy észlelni és megkülönböz-

tetni lehessen egy influenzajárványt vagy egy biológiai, vegyi vagy éppen egy radiológiai fegyver által okozott tömegesen előforduló egészségkárosodást vagy megbetegedést.

Amint az már fentiekben említésre került, a NATO először a 2002-es prágai csúcstalálkozón fejezte ki elvárásait egy NRTS kifejlesztésére. A cél a NATO tömegpusztító fegyverekkel szembeni védelmi képességeinek fokozása volt. 2002 óta a NATO-tagországok közül többen (Franciaország és Anglia) fejlesztettek NRTS-eket, de ezek mára elavultak, már kevésbé használják ezeket.

A NATO-missziókban jelenleg alkalmazott egyetlen egészségügyi megfigyelő eszköz az EpiNATO-2, amely hetente jelent automatikusan az összegyűjtött esetekről, amelyek NATO-missziókban működő egészségügyi létesítményekben fordultak elő.

A bizonyítékok arra utaltak, hogy az EpiNATO-2 nem volt alkalmas arra, hogy időben riasszon fertőző betegségek kitörésére, illetve CBRN-harcanyagok bevetésére. Ennek oka a jelentések egy hetes időintervalluma, ami túl hosszú idő ahhoz, hogy időben lehessen reagálni egy fertőzésre vagy támadásra [1].

Ezen konklúzió levonása segítette elő azt az elhatározást, hogy sürgetve elrendeljenek egy valódi NRTS-típusú képesség biztosításához szükséges fejlesztést. Ezen törekvés gyümölcse lett a NATO Real Time Surveillance Tool.

## MI IS AZ A “NATO REAL TIME SURVEILLANCE TOOL”?

Ez az eszköz közel valós idejű megfigyelést, átláthatóságot nyújt a NATO-missziókban részt vevő csapataink egészségi állapotáról. Nagymértékben segíti a lehetséges betegségek/fertőzések kitörésének azonosítását, esetleges harcanyagok terjedését, így lehetővé teszi a gyors reagálást, ezáltal elősegíti, hogy a lehető leghamarabb meg tudjuk állítani a betegségek vagy a károkozás terjedését. Ezt az eszköz úgy biztosítja, hogy figyelmeztető jelek és tünetek konstellációját vizsgálja, nem vár laboratóriumi vizsgálattal megerősített diagnózisokra. Ha bizonyos számú betegnél ugyanazon jelek és tünetek jelentkeznek, akkor a rendszer riasztást generál. Ez történhet egyetlen vagy több egészségügyi ellátóhelyre (MTF – Medical Treatment Facility), vagy az egész misszióra, ahol a rendszer automatikus figyelmeztetést küld előre meghatározott e-mail címekre. Ez lehetővé teszi a nagyon gyors reakciót és a megelőző intézkedések megtételét, mint például a betegek elkülönítése, látogatási tilalom vagy a fertőzés forrásának felderítése. Az eszköz képes adatokat gyűjteni a nemzeti egészségügyi információs rendszerekből vagy egyedi adatbeviteli eszközökről, amelyek olyan felületen futnak, ahol képesek elindítani egy webböngészőt.

A CWIX gyakorlatsorozat (CWIX Ex – Coalition Warrior Interoperability Exercise) a NATO elsődleges virtuális gyakorlata, amelynek célja több képesség interoperabilitási korlátainak tesztelése, és ahol a NATO MILMED COE fontos résztvevője az MFA-nak (MFA – Medical Focus Area). A gyakorlat egészségügyi szimulációjának középpontjában a különböző egészségügyi információs rendszerek interoperabilitása, az egészségügyi vonatkozású jelentéssablonok tesztelése és az

olyan újszerű technológiák kipróbálása állt, mint az NRTS-eszköz vagy a hordozható biomedikális érzékelők adatainak felhasználása. Az NRTS sikeresen gyűjtött adatokat ezektől az érzékelőktől és a nemzeti rendszerekből, amik alapján megfelelő riasztásokat generált az MTF-ek számára.

## HOGYAN MŰKÖDIK?

Az eszköz Microsoft 365 termékcsomagra alapul. Elsősorban MS PowerApps és PowerBI használatával eredményeket gyűjt, majd a rendszer ezeket az eredményeket egybeveti, megjeleníti, és amennyiben szükséges, riasztásokat generál. A Sharepoint az adatok megosztására, tárolására szolgál.

A NATO egészségvédelmi munkacsoportjának szakértői csoportja állította össze a tünetlistát, illetve a tünetegyütteseket, és francia felügyeletű, konszenzusos folyamat eredményeképpen dolgoztak ki és hagytak jóvá egy olyan listát, amely megfelelő a fertőző betegség előfordulásának/kitörésének vagy szándékos kibocsátásnak az azonosítására.

Az eszközt kezdetben a NATO CWIX gyakorlatán tesztelték 2021-ben és 2022-ben, ahol megállapítást nyert, hogy az eszköz képes adatokat megosztani a nemzeti és a NATO-rendszerekben. Az eszköz klinikai tesztelése a 2022-es NATO CLEAN CARE gyakorlaton történt meg, ahol megállapították, hogy további fejlesztések elvégzése után készen áll a valós környezetben történő tesztelésre.

## A RENDSZER ALKALMAZÁSA A GYAKORLATBAN

A NATO MILMED COE által kifejlesztett NRTS-eszköz a NATO koszovói missziójában (KFOR) került valós kipróbálásra. A KFOR tíz egészségügyi ellátóhelyének (MTF) bevonásával tesztelte az eszközt, amely a gyakorlatban egy egyszerű alkalmazás, egy „bármilyen” okoseszközön. Az eredetileg 3 hónapos tesztidőt további 3 hónappal, összesen 6 hónapra hosszabbították meg. A rendszer nem gyűjt betegek azonosítására alkalmas adatokat, csak a tünetekre és tünetcsoportokra fókuszál. Az elemzés minden egészségügyi parancsnokság személyzetének (JMED – Joint Medical) rendelkezésére állt, ami összefoglalta az összegyűjtött adatokat. A tünetek bizonyos kombinációja figyelmeztető e-mailt generált a JMED HQ (Joint Medical Headquarters) és az MTF-ek számára.

Az értékelést két lépésben végezték el, amely adatelemzésből és félig strukturált interjúkból állt az egyes résztvevő MTF- és JMED-összekötőivel.

A kísérlet során 1351 beteglátogatást regisztráltak, 851 jelentésben rögzítettek tüneteket. A vezető tünetek a torokfájás, a köhögés és az emelkedett testhő voltak [2].

Két vizsgálat indult az alkalmazásban történt bejelentések alapján; egy bizonyos típusú bőrelváltozás többszöri felbukkanása és két hasmenéses eset miatt. Jelentős járványkitörést a kísérlet során nem észlelt az alkalmazás.

A felhasználókkal történt interjúk során kiderült, hogy az alkalmazás könnyen használható, és a tünetlista is átfogó. Az elemző eszközt nem ellenőrizték megfelelő gyakorisággal az MTF-ek, azonban a JMED csapata gyakran használta. A

riasztásokat mind az MTF-ek, mind a JMED csapata rendkívül értékesnek ítélte [3].

A könnyű használhatóságot bizonyítja az alkalmazás folyamatos használata, anélkül, hogy az MTF személyzete a MILMED COE csapatától formális oktatást kapott volna. Az alkalmazást magától értetődőnek írták le, az adatok bevitelét gyorsnak és egyszerűnek jellemezték. Két probléma került feltárára a felhasználók oldaláról, hogy csak angolul volt elérhető, ezért legalább két MTF lefordította a tünetlistát a felhasználók nyelvére, hogy könnyebben érthető legyen, és az MTF-ektől továbbra is elvárták, hogy EpiNATO-2 adatokat gyűjtsenek kézi adatkinyeréssel, amihez táblagépeket biztosítottak. Senkinek nem volt javaslata az alkalmazás használatának megkönnyítésére.

A klinikai csapatok megkérdezték, hogy ki kell-e egészíteni az alkalmazás közel 40 pontos tünetlistáját. Következésképpen kérték a mozgásszervi sérülések hozzáadását, mivel ez volt a legnagyobb betegcsoport, amelyből adatok érkeztek. A traumás adatok gyűjtése nem volt az eszköz feladata, és ez a kérés arra utalt, hogy az eszköz célja nem volt egyértelmű a klinikai csapatok számára. Ez volt az első helyzet, amikor az egészségügyi alakulatok személyzetei dolgoztak az eszközzel és nem a MILMED COE csapata [3].

A JMED a klinikai csapatoktól eltérő perspektívát mutatott be. A főhadiszálláson dolgoztak, és az egész misszió felügyeletéért feleltek. Arról számoltak be, hogy az elemző alkalmazás olyan információkkal látta el őket, amelyekkel korábban nem rendelkeztek, ez nagymértékben megkönnyítette az MTF-ekkel való együttműködést és kommunikációt. Például több bőrkiütéses esetről számoltak be egy olyan MTF-nél, amely korábban nem állt kapcsolatban a JMED-csappal. Ez lehetővé tette a kapcsolatfelvételt és a megbeszélést a bőrkiütéses esetek előfordulásának okairól [2].

A JMED csapata kiterjedt visszajelzést adott elemzésoldalról a végső értékelés során, és releváns változtatásokat javasolt, ami az eszköz használhatóságát tovább javíthatja. Ezek közé tartozott a megjelenített információ mennyiségének minimalizálása, de szükség esetén további részletekhez való hozzáférés is. Ez a javaslat annak ellenére, hogy javítja az áttekinthetőséget, nem csökkenti a részletekhez való hozzáférést [2].

A Near Real Time Surveillance Tool tesztüzeme a NATO koszovói missziójában fontos információkkal szolgált az eszköz hasznosságáról.

A legfontosabb megállapítások a következők voltak:

- Az alkalmazás könnyen használható, de további tünetegyüttesek hozzáadása szükséges.
- Az alkalmazás által jelentett tünetek összhangban voltak azzal, amit a KFOR-ban a téli szezonban vártak, ahol túlnyomórészt a légúti tünetek, például a torokfájás és a köhögés szoktak előfordulni.
- A kísérlet során nem jelentettek járványkitörést, így nem gondolják, hogy az eszköz bármit is kihagyott/mulasztott volna.
- Az eszköz segített két esemény észlelésében; bőrelváltozások egyidejű, egy helyen történő előfordulása, és két hasmenéses fertőzés azonosítása.

Át lehetett tekinteni a tünetek különböző kombinációinak gyakoriságát, ami azért fontos, mert lehetséges, hogy ezek a kombinációk algoritmusokat állíthatnak fel bizonyos betegségekre. Ha például bizonyos tünetek ismétlődnek, akkor ez egy bizonyos fertőzést azonosíthat. Ebben az esetben a leggyakoribb kombináció a köhögés és a torokfájás volt, ezt követte a köhögés és a fejfájás [2]. Az adatok azt mutatták, hogy a legmagasabb esetszám hétfői napokon fordult elő, a vasárnap pedig mindig a legcsendesebb nap volt [2].

Ez várható volt, mivel a hétfő általában a legforgalmasabb nap az MTF-ek számára, de azt is jól mutatta, hogy a jelentéstétel minden nap megtörtént, és nem korlátozódott meghatározott napokra. Az MTF-ektől érkező jelentések száma a várt mintát követte, a legtöbb bejelentés a legnagyobb kockázattal rendelkező MTF-ektől érkezett. Az összegyűjtött adatok teljességének értékelése nem volt lehetséges, mivel a MILMED COE csapata nem férhetett hozzá az egyes MTF-ekben szereplő betegkartonokhoz. Az EpiNATO-2 adatokkal való összehasonlítás azt sugallta, hogy az eszköz aluljelentett. Ezt a gyanút fokozta, hogy a legtöbb ügy azon a napon érkezett, amikor a MILMED COE csapata az MTF-eket látogatta.

Az eszközt futató szoftver képes információkat fogadni az elektronikus betegnyilvántartásokból, ami csökkenti a kézi adatbevitel követelményét, azonban ez nem lehetséges egy többnemzetiségű NATO-missziónál, ahol nem minden MTF rendelkezik elektronikus betegnyilvántartással. Lehetséges

azonban az EpiNATO-2 és az NRTS kombinálása egyetlen NATO egészségügyi felügyeleti eszközzel, amely csökkenti az adatbeviteli követelményeket.

## ÖSSZEZÉS

A KFOR-tesztüzem kiváló lehetőséget biztosított az eszköz NATO-misszióban való tesztelésére, és megállapítást nyert, hogy az adatgyűjtés és a problémák jelzésének ezen módja jól működik. Az eszköz további pontosítása és tesztelése szükséges, mielőtt rendszerbe állítanánk. A mesterséges intelligencia hatékonysága és pontossága úgy növelhető, ha minél több inputot biztosítunk számára. Minél több a bevitt adat, a bevitt összefüggés, visszajelzés, annál nagyobb pontossággal fog dolgozni az MI. Tehát minél többet és minél régebben használjuk, annál megbízhatóbb partnerré tud válni a mesterséges intelligencia a katonaegészségügy területén is.

A jövőben szeretnénk elérni, hogy minden NATO- és nemzeti egészségügyi ellátó hely használja az NRTS-t, és ezáltal megteremtünk egy hatalmas, élő, naprakész adatbázist ahhoz, hogy akár egy bizonyos fertőzés vagy járvány terjedése lemodellezhető legyen. Ezzel előrejelezhető, kalkulálható a terjedési sebesség, területi kiterjedés, az esetszám, és tervezhetővé válnak a lezárások, kórházak telepítési helyei, azok száma és az ellátási igény.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Holtherm H-U: Development of a multinational Deployment Health Surveillance Capability (DHSC) for NATO. 2024(22.06.2024). Retrieved from <https://military-medicine.com/article/3650-development-of-a-multinational-deployment-health-surveillance-capability-dhsc-for-nato.html>
- [2] Lindfield R, Biendl C, Toth M and Ruhl S: Findings from a Pilot of a Near Real Time Disease Surveillance Tool on the NATO Mission in Kosovo. medRxiv, 2023.2008.2021.23293305. doi:10.1101/2023.08.21.23293305
- [3] THE NATO NEAR REAL TIME SURVEILLANCE TOOL PERFORMS EXCELLENTLY ON TWO EXERCISES WITHIN 2 WEEKS. (2022). Retrieved from <https://www.coemed.org/news-and-events/the-nato-near-real-time-surveillance-tool-performs-excellently-on-two-exercises-within-2-weeks>

## A SZERZŐ BEMUTATÁSA



**Kecskés Attila** főhadnagy 2000-től a Honvéd Tűzszerész és Akkutató Zászlóalj, illetve jogutódjainál szolgált, 2007-től 2015-ig a Központi Honvéd Kórház, illetve jogutódjainál szakápolóként, majd műszakvezető ápolóként dolgozott. 2008 és 2013 között három alkalommal teljesített szolgálatot Afganisztánban, katonai kórház Intenzív

Terápiás Osztályán műszakvezető ápolóként. Számos nemzetközi katonai-honvédelmi egészségügyi továbbképzésen

vett részt, itthon RSI végzettséget és gyakorlatot szerzett. 2015 óta a NATO Katona-egészségügyi Kiválósági Központ Kiképzési osztályán dolgozik, jelenleg egészségügyi tisztként. 2022-ben a SE Egészségtudományi Karán Ápoló BSc végzettséget szerzett, ugyanettől az évtől a SE Egészségügyi Közszolgálati Karának Egészségügyi menedzser MSc képzésére jár. Az Emergency Management of Battlefield Injuries Course (EMBI) kurzusigazgatója és a Military Psychosocial Incident Management Course (MPSIM) szervezője. 2021 óta foglalkozik a mesterséges intelligencia és a virtuális valóság egészségügyi és oktatási felhasználásával.