

REFERÁTUMOK

J. Patocka (CZE): Highly toxic ribosome-inactivating protein as chemical warfare or terrorist agents

(Az erősen toxikus riboszóma-inaktíváló protein, mint vegyi fegyver vagy terroristák által felhasznált ágens). *International Review of the Armed Forces Medical Services*, 2019, 92(39): 39-48.

Sok növény termel olyan fehérjét, amiket ma **riboszóma-inaktíváló proteinek (RIP)** neveznek. **Sok közülük igen toxikus** és mérgező hatása már ősidőktől ismert. Legtöbbször egyszálú fehérjék (1-es típusú RIP), de néhányuknak van egy galaktóz-specifikus lektin egysége is, ami a sejtfelszínhez kötődést segíti (2-es típusú RIP).

Ez **utóbbiak fehérje-toxikusak, nagyon erős fehérjekárosító növényi származékok, közülük legismertebb a Ricin és az Arbin**, bár mérgező hatásuk alapján ide tartozik még a Viscumin, Modeccin és a Volkensin is. Szerkezetük alapján egységesen egy diszulfid híddal összekötött-, a toxikus hatásért (riboszóma inaktíválás, azaz fehérjetermelést leállító mérgehatás) felelős A részből, és egy – a célsejtekhez való kötődést, továbbá az abban való szállítást elősegítő – B részből állnak. A toxikus hatásért felelős A-rész a sejtbe jutva a riboszomális RNS-ről leszakít egy adenint és ezzel blokkolja a fehérjeszintézist. **Ezen hatás révén alkalmassak mérgezésekre, biológia fegyverként, akár terrorista támadásra megfelelő eszközként való felhasználásra is** (Anderson, 2012). Mindezek mellett intenzív kutatások folynak lehetséges kemoterápiás felhasználásuk tekintetében (Das et al., 2012.). A riboszóma-inaktíváló proteineknek (RIP) antibakteriális és antivirális hatásuk is van.

A 2-es típusú RIP-ek toxikus hatása: A fentebb leírt A-lánc eukarióta sejtekben irreverzibilisen gátolja a fehérjeszintézist a 28s riboszomális RNS-részről egy adenin eltávolításával az érintett sejt halálát okozva ezzel. A másik fő alkotóelem, a B-lánc pedig elősegíti a célsejtek sejtthártyáján a galaktóz-tartalmú glycoproteinkehez való kötődést, és meggyorsítja a toxikus A-lánc citoszolba történő bejutását (Shi et al. 2016). A riboszómák a fehérjeszintézisért felelős komplex struktúrák a sejtekben.

A toxicitás klinikuma: a RIP-ek által okozott mérgezés tünetei és lefolyása minden típusnál hasonló, mivel azonos mechanizmussal károsítják a sejteket. **A legismertebb** emberi mérgezés riboszóma-inaktíváló proteinnel (RIP) **a ricin-mérgezés**. A történelem során az őskortól ismert volt a ricin mérgező hatása, számos eset került dokumentálásra (Lopez Nunez et al. 2017). A tünetek megjelenésének **lappangási ideje 2-24 óra, orális bevitel esetén hasi panaszok jelentkeznek** úm. hasi fájdalom, hányinger, hányás, hasmenés-, ami gyakran véres hasmenéssel jár. A toxin a belekben és a mezenteriumban is vérzéseket okoz. Okozhat diffúz nefritiszt, többszörös nekrozisokat a májban, a vesékben, valamint a szív-izomban miokardium elváltozásokat. **Néhány nap alatt komoly dehidráció, vizelettermelés csökkenés, szomjúság, torokégés, fejfájás alakul ki és a halál oka legtöbbször hipovolémiás sokk, vagy a fájdalmak, görcsök miatti kimerülés**. A betegek testhőmérséklete haláluk előtt lecsökken és ezért gyakran jelentkeznek a RIB mérgezésekre jellemző **halál előtti remegés, vacogás. Parenterális bejuttatás esetén a ricin kétszer olyan mérgező, mint a kobra mérég** és valószínűleg parenterálisan a legmérgezőbb növényi származék. A keringésbe történő beadást követően a beteg belázasodik, leukocitózis alakul ki, majd csökken a vérnyomás és a testhőmérséklet is. **A fő célszervek a toxikus hatás tekintetében a vesék, a máj és a pankreasz.**

Diagnózis: mint minden más nem-konvencionális harcmódnál, az epidemiológiai adatok játszik a legfőbb szerepet. **Ha egyébként egészséges fiatal katonák között több eset halmozódik súlyos tüdőproblémákkal,** ami összeköthető az ugyanazon helyen és időben való tartózkodással, nagyon valószínű, hogy **ricin** mérgezésben szenvedek. Az **aeroszokok útján történő fertőzés** esetén a laboratóriumi leletek nem specifikusak, de hasonlóak más, tüdőödémát okozó irritánsok okozta eltérésekhez, **enzimhez kötött immuno-abszorbens assay vizsgálatok, vagy immun-hisztokémiai technikák** megerősíthetik a ricin vagy arbin jelenlétét a szervezetben, de testnedvekben való kimutatásuk nehézkes lehet.

Napjainkban kifejlesztésre került egy **hordozható kolorimetriás detektáló rendszer** az **arbin** mérgezés gyors diagnosztizálására (*Cho és Jaworski, 2014*), ami egyszerű, gyors, vizuálisan leolvasható eredményt ad ki.

Védelem, védekezés: az általánosan használt **védőmaszkok hatásosak** a ricin, és minden más riboszóma inaktíváló protein (**RIP**) **inhalációval szemben**. A szűrőbetétek 2 fajtája ajánlott, egyik a HEPA filteres respirátor, a másik az aktív szén szűrőbetét. Kutatások folynak a belélegzett ricin és arbin elleni hatékony vakcina kifejlesztésére, de **a mai napig sem hatékony vakcina, sem megfelelő ellenszer nem ismert ezekre a mérgezésekre**. **Bőrrel** való kontamináció esetén a **szappanos vizes lemosás** hatékony, mivel nem jut át a bőrön. A ricint a **0,5%-os hipokloritos oldat** szintén hatástalanítja (Kent, 2006). A RIP-ek, mint a ricin, nem terjednek emberről emberre, így a fertőzött egyének karanténjára nincs szükség.

Profilaktikus lehetőségek: mivel a RIP-ek, mint a ricin és az arbin potenciálisan felhasználhatóak bioterrorizmushoz és nincs ellenük hatékony vakcina, az utóbbiak kutatása intenzíven zajlik (*Zhang et al., 2014*). Napjainkban egy rekombináns vakcinával egerekben sikereket értek el a ricin okozta halálozás megelőzésében (*Kumar és Karande 2016*).

A Ricin, mint vegyi fegyver könnyen elérhető, mivel ez az egyetlen növényi eredetű toxin, ami a természetben is megtalálható nagy mennyiségben, a Ricinus olaj előállítás egyik mellékterméke egyszerű és olcsó. **Az egyszerű és olcsó előállítás a ricint, mint toxint a szegényebb országokban is elérhetővé és népszerűvé teszi.** Ennek kapcsán a CDC (Center of Disease Control and Prevention) B osztályú vegyi fegyver kategóriába sorolta a ricint. Világszerte évente 1 millió tonna ricinus babot dolgoznak fel ricinus olaj előállításához. A ricin a hulladéktermékben 5%-ban van jelen. A ricin, mint toxin meglehetősen stabil és számos beviteli úton bejuttatható mérgező – többek között levegőn át is. Történelmi felhasználásáról több mint 750 esetben készült feljegyzés (*Rauber és Heard, 1985*). Példa rá a bulgáriai *Georgi Markov* elleni 1978-as londoni merénylet, amiben egy esernyőnek álcázott vegyi fegyverrel támadták meg, melynek segítségével ricin-tartalmú pelletet juttattak a szervezetébe (*Crompton és Gall, 1980, Papaloucas et al., 2008*).

Intravénás beadásnál **a ricin halálos dózisa** 0,1 mikrogramm/ttkg, míg orálisan 0,2 mikrogramm/ttkg. A mérgezési tünetek megjelenéséig pár óra telik el (hányinger, hányás, hasi fájdalom), végső stádiumban szívritmuszavar, kollapszus és a központi idegrendszer érintettségére utaló tünetek (pl. kóma) lépnek fel (*Patocka és Sterada, 2006*). Mind a mai napig nem rendelkezünk a ricin mérgezés ellen hatékony antidótummal. Egereken végzett kísérletben az 50%-ban halálos dózis belégzés útján volt a legkisebb, azaz levegőn át bejuttatva a legveszélyesebb, orálisan a legkevésbé toxikus. Ennek magyarázata a ricin gyenge felszívódása az emésztőrendszerből.

Az első világháború végén az **Amerikai Egyesült Államok** elindított egy kutatási programot **W-Anyag** néven, amelyben a foszgén ricinnel történő helyettesítését vizsgálták és a II. világháborúban az USA Kanadával, Angliával, valamint Franciaországgal közösen 1700 kg ricint gyártott le. Az Egyesült Királyság meg is tervezett belőle egy 500 fontos bombát, de nem került felhasználásra (*Diac et al 2017*). A korábbi Szovjetunió volt az egyetlen, aki valóban felhasználta a ricint biológiai fegyverként, bár bombaként történő alkalmazása nem

valósult meg, mivel a szer megóvása a hőhatásoktól túlságosan költségessé tette a tervet. Az elmúlt évszázadban legalább 30 olyan incidenst jegyeztek fel, ami a ricin biológiai fegyverként való felhasználására enged következtetni, bár mindössze az esetek felében sikerült igazolni jelenlétét bűncselekményben. Az Al Qaeda megpróbált ricint kivonni a magokból amerikai paramilitarista szervezetek publikációban leírt módszerekkel, de az így kinyerhető anyag mennyiség kevesebb, mint 1% volt, ami nem elég tömegpusztító fegyver előállításához.

Az **Arbin** szintén lehetséges biológia fegyver alapanyag, mivel **egyszerűen előállítható egy könnyen termesztető növényből**. Kémiaiilag az arbin **nagyon hasonló a ricinhez**, az A-lánc a riboszómák fehérje szintézisét gátolja, a B-lánc, ami 60%-ban egyezik a ricinével, a sejtekbe való abszorpciót segíti elő. A **toxikus hatásmechanizmus is ugyanaz**, mint a ricinnél, **de az arbin egerekben mérhető letalitása az előbbinél 75-ször erősebb**. A diagnózis, klinikai megjelenés, kezelés és megelőzés ugyancsak egyezik a ricinnel.

A **Viscumin, a Modeccin és a Volkesin** is nagyon hasonló módon hat, mint a ricin. A Volkesin esetében kimutatták, hogy bizonyos idegsejtekbe könnyen bejut (*Wiley és Stirpe, 1987*), így a neurológiai kutatásokban jól felhasználható ágens. Az idegsejt axonokba injektálva retrográd módon visszajut az idegsejtbe és azt elpusztítja (*Contestabile et al., 1990*). Ezt a szakirodalom Volkensin-indukálta szelektív motoneuron halálként említi.

Összefoglalva: a ricin és az arbin mint riboszóma inaktiváló protein, nagyon erős toxinok, olcsón és könnyen hozzáférhetőek, így biológiai, vegyi fegyverek előállításához olyan terrorista csoportok számára is potenciálisan felhasználhatóak, akiknek szűkös anyagi forrásaik vannak. A katonai-egészségügyi területen, harctéri körülmények között legvalószínűbb előfordulása kisebb terrorista támadások során várható, ahol aeroszol vagy parenterális formában juttatják a ricint, mint mérget az emberi szervezetbe. A biológiai fegyverek sorában a növények által termelt toxiniok nagyon erős mérgek. A ricin és az arbin, mint riboszóma inaktiváló proteinek, minden melegvérű emlős szervezetben irreverzibilisen károsítják a fehérjeszintézist, ezzel okozva a sejtek és a szervezet mérgezését, halálát. Ellenük jelenleg semmilyen hatékony ellenszer, vakcina nem áll rendelkezésre.

Referálta: Dr. Guth-Orji Ágnes orvos őrnagy

M. Coker, J. Bass (USA): Combat and Operational Stress Control: a brief overview

(Harctéri és műveleti stressz kontroll: rövid áttekintés) International Review of the Armed Forces Medical Services, 2020, 93(1): 30-33.

A harctéri és műveleti stressz kontroll (Combat and Operational Stress Control-COSC) az amerikai hadseregben egy sor katonai szervezésű tevékenység és program kombinációja, melynek célja megelőzni, azonosítani és szükség esetén kezelni a káros harctéri és műveleti stressz reakciókat (Combat and Operational Stress Reactions – COSR). Utóbbi – műveleti stressz reakció – definíciója szerint mindennemű műveleti tevékenységgel kapcsolatos élményre, veszélyre, vagy körülményre adott pszichológiai, viselkedési és érzelmi reakció.

A **harctéri és műveleti stressz kontroll célja** a katonák támogatása a műveleti feladatok során, egyéni és csoportos konzultációkkal, képzésekkel, preventív tevékenységgel, hogy megőrizze és erősítse a harcképességüket, az egyéni és csoportos rezilienciát, valamint segítse az érintettek szolgálatba való visszatérését. A COSC mindezzel csökkenti a harctéri- vagy műveleti stressz hatására kialakuló viselkedési problémák kialakulásának kockázatát.

Az amerikai hadseregben általában minden dandárszintű alakulatnak van egy magatartás tudományi („viselkedés-egészségügyi”) részlege, ami kb. 5000 katona ellátásáért felel. Az általában 1 magatartás-tudományi tisztből és 1 vagy 2 magatartás-tudományi specialistából álló csoportot azonban a dandár több helyőrségbe is rendelheti, ami megnehezíti a megfelelő támogatást.

Egy harctéri és műveleti stressz kontroll egység kb. 45 főből áll, egy vezetői részleg (alvezetési szintű parancsnok és segítői) benne **lelkésszel,** ellátó altiszttel, **gépjárművezetővel és technikusokkal,** hogy szükség esetén gyorsreagálású kitelepülések feladatait is végre tudják hajtani. A maradék 36 fő 2 végrehajtó szakaszra oszlik, mindegyikben **magtartás-tudományi szakemberekkel, többek között pszichiáter, pszichológus, foglalkozás egészségügyi specialista, pszichiátriai asszisztens, szociális munkás, több magatartás-tudományi asszisztens és segítő.** Ezek a végrehajtó szakaszok moduláris elemek, a szükségleteknek megfelelően célszerűen **feloszthatók több kisebb csoportra is** (általában 1 magtartástudományi specialista és 2 szakasszisztens).

Ennek a Harctéri és Műveleti Stressz Kontroll (COSC) egységnek az elsődleges célja azonosítani és megelőzni a harctéri és műveleti stresszreakciók kialakulását (COSR). A harctéri vagy műveleti stressz reakció (COSR) egyszeri- vagy ismétlődő erős traumatikus eseményre adott maladaptív fizikai, emocionális, kognitív, viselkedési, spirituális, foglalkozási, kapcsolati és/vagy családi válaszreakció. NEM mentális egészségügyi diagnózis vagy rendellenesség. A katonák műveleti feladataik közben átélhetnek **potenciálisan traumatizáló eseményeket** (PTE – potentially Traumatizing Event), ami félelmet, terror- vagy horror érzetet, reménytelenséget, tehetetlenséget és/vagy a biztonság/stabilitás elvesztésének veszélyét keltethet bennük. A harctéri és műveleti stressz kontroll egység nemcsak ezeknek a potenciálisan traumatizáló eseményeknek a kockázatát csökkentik, hanem segítik a katonákat **pozitívan feldolgozni az átélt stresszt, amit poszt-traumás növekedésnek** (Post Traumatic Growth – PTG) hívnak. Ez utóbbi abban áll, hogy az egyének elfogadják, hogy az átélt stressz pozitívan is hathat a személyiségre, megerősítheti azt és a spirituális fejlődést is, ami javíthatja az emberi kapcsolatokat és az élet elfogadását is.

A Harctéri és Műveleti Stressz Kontroll egység **9 fő feladatot lát el:**

- **Katonai egységek szükségleteinek felmérése:** az alegységek mentális egészségéhez szükséges teendők azonosítása, annak meghatározása, hogy hol van szükség az COSC (Harctéri és Műveleti Stressz Kontroll egység) vagy egyéb támogató egység „bevetésére”. Ezen szükségletek meghatározása nem klinikai vizsgálat, hanem a pszichoszociális működésre vonatkozó névtelen kérdőívek segítségével kerül meghatározásra.
- **Konzultációk:** interaktív dialógusok egyéni vagy akár csoportos módon, valamint a vezetőséggel, célja, hogy tanácsokkal támogassa a parancsnoki állományt az alegység hatékonysága érdekében. Részt képezi továbbá a konzultációs munkának, szükség esetén a katonák szolgálatképessége értékelésének is.
- **Oktatás:** csoportos előadások, egyéni beszélgetések és multimédiás platformok (információs anyagok, tájékoztató füzetek, plakátok stb.) felhasználása az információ átadásra.
- **Triázs:** a katonák besorolása egyéni problémáik, szükségleteik és szükséges támogató/kezelési ellátásuk alapján. Ennek 2 alappillére az értékelés (a katona különböző pszichoszociális szükségleteinek meghatározása, esetleges sürgős egészségügyi ellátás szüksége, egyéb veszélyforrások azonosítása) és a kezelési terv (intervenció terv az egyéni szükségletek alapján, többek között helyszíni tanácsadás könnyen kezelhető problémák esetén, Pihentetés, ha a probléma egy rövid szolgálatmentességgel meg-

oldható, Felfüggesztés, amennyiben komolyabb mentális vagy egészségügyi kezelés szükséges, vagy referálás egy magasabb ellátási szintre komolyabb, sürgetőbb problémák viszonylatában.

- **Stabilizáció:** azon katonák kezdeti ellátása, akiknek komolyabb harctéri vagy műveleti stressz reakciója (COSR), illetve magartás-tudományi problémája alakult ki. A katonákat értékelhetik szolgálatképesnek (Return to Duty- RTD) vagy potenciálisan, – esetleg biztosan evakuálandónak. A stabilizálás 2 lépcsőből áll, a harctéri- vagy műveleti stressz kiváltotta zavaró viselkedési forma sürgősségi stabilizálása, majd a probléma teljes stabilizálása, ami már egy magasabb szintű egészségügyi ellátó helyen (Medical Treatment Facility – MTF) történik meg (tábori kórházban a műveleti területen).
- **Traumatikus élmény menedzsment** (traumatic Event Management – TEM): egy sor egyéni- vagy csoportos foglalkozás, amelyet a potenciálisan traumatizáló élmény (Potentially Traumatizing Event – PTE) *előtt, közben, vagy után* hajtanak végre. Célja az egység stabilitásának növelése és a potenciálisan traumatizáló élmény lehetséges pozitív hatásainak hangsúlyozása, továbbá az egységen belüli kohézió, reziliencia növelése, a rendelkezésre álló egyéni és csoportos intervenciók módszerek erősítése, valamint a traumatikus élményt követő pszichológiai de-briefing végrehajtása. A pszichológia debriefingen az átélt traumatikus élmény megbeszélése mellett cél a hatékony megküzdési módok és stratégiák kidolgozása, a katonák, valamint az egész alegység segítése, hogy elérjék a poszttraumás növekedés (Post Traumatic Growth – PTG, lásd fentebb) stádiumát.
- **Magatartás-tudományi kezelés:** explicit terapeuta-beteg kapcsolat a szükséges standard klinikai szakmák támogatásával (elektronikus dokumentáció, interdisciplinális kezelés). Részt képezheti a konzultáció, a pszichoterápia, a viselkedés terápia, a foglalkozási terápia, valamint az orvosi kezelés is. Minden viselkedés egészségügyi kezelés része a szolgálatképeség elbírálása.
- **Helyreállítás:** egy 24-72 órás reziliencia- és képességfejlesztő program a harctéri vagy műveleti stresszen átesett katonáknak egyéni, továbbá csoportos programokkal, ami segíti az átélt stresszel való megküzdésüket. Ez a program a katona alegységéhez közel (a műveleti területen) kerül végrehajtásra és célja az szolgálatba való visszaállítás.
- **Rekondicionálás:** a fentebbi helyreállítási program meghosszabbítása a komolyabb harctéri- vagy műveleti stresszen átesett katonák számára, akik viselkedési zavarokat mutatnak, de nem szükséges a műveleti területről történő kivonásuk. Ezek a programok központi intézményben zajlanak és akár 7 napig is tarthatnak.
- **Rekonstitúciós** támogatás: ritkán alkalmazott harctéri és műveleti stressz kontroll módszer, komoly stresszen, vagy traumán átesett katonák nagyobb csoportjainak, akár a teljes alegységek helyreállítási és rekondicionálási támogatása. Célja a harcképesség visszaállítása, az összetartás erősítése.

Ezen alapeladatok végrehajtását a szakemberek **a BICEPS modell alapján** végzik el:

- rövid (**B**rief)
- azonnali (**I**mmediate)
- a feladat-végrehajtásba bevont emberekkel kapcsolatba lépve (**C**ontact)
- a pozitív és realisztikus elvárásokra támaszkodva (**E**xpectations)
- az érintett katonát a szolgálatteljesítés helyéhez közel ellátva (**P**roximity), nem kivonva a műveleti területről
- egyszerű és közérthető tanácsokat és megvalósítható megküzdési módszereket felvetve (**S**implicity)

A harcképesség megőrzése és a missziós veszteség csökkentése érdekében a Harctéri és Műveleti Stressz Kontroll specialisták előszeretettel ajánlják a „6 R” módszert:

- Pihenés (**Rest**)
- Testi szükségletek kielégítése (**Replenishment of bodily needs**)
- az átélt tapasztalatok normalitásának megerősítése (**Reassurance of normality**)
- az önbizalom visszaállítása (**Restoration of confidence**)
- emlékeztetni a feladatára és annak céljára (**Reminded**)
- szolgálatba való visszatérés céljából (**Returning to duty**)

A harctéri és műveleti stressz kontroll csoport működésének fémjele a **prevenációs tevékenység**, a viselkedési zavarok, a harctéri stressz megelőzése, valamint az ezen átesett katonákkal való megküzdésének elősegítése konzultációs és oktatási tevékenységek során.

Ennek részét képezheti a katonák mindennapjainak részévé válás, feladatokra való elkísérés, valamint szabadidős, rekreációs tevékenységek szervezése is, az egyén moráljának általános felmérése.

Összességében a sokféle magatartás-tudományi specialista jelenléte, a többféle intervenációs módszer és a gyors reagálás, telepíthetőség lehetősége, a harctéri és műveleti stressz kontroll egységek rugalmas és időbeli bevetetőséget biztosítanak a prevenció, a kezelés, mind pedig a teljesítmény javítás céljából. Mindez hatékonyan segít a harctéri stresszen átesett katonáknak az átélt traumatikus élmény, a kihívásokkal teli műveleti körülmények feldolgozásában és a csúcsteljesítményük megtartásában.

Az amerikai hadseregben elsővonalbeli magatartás-tudományi reagáló erőként alkalmazták a harctéri és műveleti stressz kontroll (COSC) csoportokat számos műveleti és hadműveleti feladatban is. Legfőbb céljuk: a hadsereg erőinek körében a reziliencia erősítése, a jövőbeni rizikó csökkentése megfelelő megküzdési stratégiák tanításával, a traumatikus élményen átesett katonák támogatása, szolgálatba való visszaállításuk elősegítése a harcképesség megőrzése céljából a mentális egészség tekintetében.

Referálta: Dr. Guth-Orji Ágnes orvos őrnagy

V. Khominets, I. Samokhvalov and I. Kholikov: Organization and Delivery of the Trauma Care to the Wounded in Peacetime Explosions: Russian Perspective

(Sebesültek trauma ellátásának megszervezése és biztosítása békeidőben történő robbantásos katasztrófáknál: orosz szemszögből). International Review of the Armed Forces Medical Services, 2019, 92(3):5-12.

A robbantásos sérülések közismerten a legsúlyosabb traumák háborús és békeidőkben egyaránt. Ezek a sérülések nemcsak fegyveres konfliktusok kapcsán fordulnak elő, hanem napjainkban egyre gyakrabban a hétköznapi életünkben is. A tanulmány, hogy körüljárja a modern, leghatékonyabb egészségügyi ellátási módszereket a békeidős robbantásos sérülések esetén három, Oroszországban történt terrorista támadás példája nyomán.

A robbanás hatására (a felszabaduló gázok nagy nyomása, a toxikus törmelékek, a lökéshullám, az elsődleges és másodlagos lövedékek stb.) többszörös és igen súlyos sérülések alakulhatnak ki, amiket az extenzív légyszöveti-, csont- és ízületi traumák jellemeznek. Fő jellemzőjük a **nagy akut vérvesztés és a sokk, valamint a fertőzések magas kockázata és a többszervi elégtelenség**. Békeidőben, a mindennapokban a robbantásos katasztrófák a biz-

tonsági előírások megsértése, ipari felszerelések meghibásodása és egyre gyakrabban terrorista támadások kapcsán következnek be.

A szerzők három, Oroszországban bekövetkezett terrorista támadás (apartman házak felrobbantása 1999-ben Moszkvában, a Nevsky Expressz vonat felrobbantása 2009-ben és a szentpétervári metró felrobbantása 2017-ben) összefoglaló tanulmányán keresztül elemzik a békeidőben bekövetkező robbantásos katasztrófák egészségügyi ellátásának menetét és vetik fel a nemzetközi civil/katonai traumatológiai ellátási protokollok lehetőségeit a leghatékonyabb békeidős trauma-ellátás kialakítása érdekében.

A moszkvai apartman házak felrobbantása összesen 408 civil sérülttel járt, ebből 211-en meghaltak, 197 fő került ellátásra különböző mechanikai (robbantásos) és égési sérülések miatt és 87 személy került ambuláns ellátásra. A robbantásos katasztrófa felszámolásában 80 baleseti egység, a Sürgősségi Betegellátási Szolgálat 24 egészségügyi elsősegélynyújtó csapata és az Orosz Egészségügyi Minisztérium „Össz-Orosz” Sürgősségi Orvostani Centrumának „Honvédelmi” ágától 8 Gyorsreagálású Csapat vett részt. Az általános ellátási és evakuációs folyamatok adminisztrációjában a moszkvai Közegészségügyi Szolgálat segített.

A sérültek összegyűjtéséhez és kiürítéséhez 5 sebesültgyűjtő pontot alakítottak ki, ahol a triázs és elsősegély ellátás megtörtént, innen a sebesültek a kijelölt kórházakba kiürítésre kerültek. Az elsősegélynyújtás helyszínén felállításra került a hadsereg mobil tábori kórházának egy operatív-kötöző egysége, hogy az elsősegély mellett első szaksegélyt is nyújthassanak.

A katasztrófa helyszínén pszichiátriai támogatásra is szükség volt a traumások egyharmadának családtagjai részére és a könnyebb sérültek ellátásának támogatására. A helyszínen számos igazságügyi orvosi csoport működött a talált nagy létszámú halottal kapcsolatos feladatok végrehajtása céljából.

A Nevsky Expressz vonat felrobbantása nagyvároson kívüli területen történt, így kissé más volt a szituáció. A vasútvonal felrobbantása miatt a két utolsó vasúti kocsis leszakadt a szerelvényről és kisiklott a sínekről, majd felrobbantak, a harmadik vasúti kocsis az oldalára borult, a negyedik vasúti kocsis megdőlt, de a pályán maradt. 26 utas meghalt, 95-en sérültek meg. A sérültek többsége csak a katasztrófa után néhány órával kapott egészségügyi ellátást, mivel éjszaka volt és az egészségügyi intézmények a helyszíntől távol voltak.

A szentpétervári metróalagútban történt robbantás két metróállomás közötti szakaszon következett be. Szerencsére a szerelvény el tudott jutni a következő megállóig, így az egészségügyi ellátás gyorsabb volt. A bomba 300 g TNT-nek megfelelő nagyságú robbanást okozott, tele volt **csavarokkal és repeszekkel, amik számos másodlagos sérülést** okoztak. A metró-szerelvényben 100 utas közül szinte mindenki megsérült.

Az egészségügyi segélyhívó vonal a riasztást követően azonnal kihirdette az Egészségügyi Vészhelyzetet és aktiválta az egészségügyi vészhelyzeti protokollt, kiértesítette a régió trauma-centrumait is. Az első mentőautó a robbantást követő 8. percben érkezett a helyszínre az első orvos, aki a helyszínre ért lett a katasztrófa helyszín egészségügyi parancsnoka. 30 percen belül további 50 mentőegység érkezett ki és megkezdtek a sérültek triázását, valamint az elsősegélynyújtást, valamint a sebesültek evakuálását. Az összesen 103 sebesültből 37 súlyosan, illetve közepesen súlyos állapotban sérült került beszállításra a környező 5 trauma centrum egyikébe, a maradék 5 fő helyszíni vagy ambuláns ellátást kapott. 11 sebesült halt meg a helyszínen, további 3 sebesült az evakuálás (élettel összeegyeztethetetlen belső vérzés és sérülések miatt), továbbá traumacentrumbeli ellátás közben (egyikük masszív belső vérzés és élettel összeegyeztethetetlen sérülések miatt, a másik fertőzőes szövődmény kapcsán).

A katasztrófa felszámolása közben a **fő probléma az evakuáció nehézsége** volt a metróállomások ideiglenes lezárása miatt, továbbá a **mobiltelefonos kommunikáció** nehézségei

(vonalak túlterheltsége), habár az egészségügyi mentőegységek saját kommunikációs lehetőségei jól működtek). A triázs és az ellátás során az **eszméletlen és zavart sérültek azonosítása** komoly gondot jelentett.

Az elsősegély ellátás tanulságai

Általánosságban az egészségügyi sürgősségi ellátó rendszer gyors és hatékony reagálása éppúgy fontos, mint a többi sürgősségi intézmény (tűzoltók, katasztrófavédelem stb.) időbeli értesítése és reagálása.

A legtöbb sebesültnek **nyílt**, főleg légyszöveti sérülései voltak. Emellett a **pszichés trauma** jelentős mértékben volt jelen. A tapasztalatok szerint, olyan egyszerű dolgok, mint például a jódtinktúrás sebfertőtlenítés vagy a fedőkötés felhelyezése már jelentős pszichés támogatást is ad a sérülteknek. **Kisebbségi sérüléseknél az elsősegély ellátás közben a sérülttel folytatott beszélgetés**, konzultáció már teljes ellátás értékű lehet az érintett számára. Mivel robbantásos eseményeknél számos könnyű sérült is lehet, ezen egyszerű módszerek bevezetése is nagy jelentőséggel bírhat.

Vérzéscsillapítás: a legtöbb szerző szerint az esetek 80%-ában a hemosztázist nyomókötéssel ideiglenesen stabilizálni lehet, azonban a robbanásos sérülésekre oly jellemző módon, amikor a sérültnek major végtagsérülései, vagy súlyosan roncsolt sebei vannak, a nyomókötés helyett tourniquet felhelyezése szükséges. Vészhelyzetben improvizált tourniquet is alkalmazható (erős ruházat, öv, vagy más alkalmas eszköz) bár ezeknek az eszközöknek a hatékonysága a vérzéscsillapításban alacsony és a környező szövetekben másodlagos sérülésekhez vezethet. Ennek elkerülése végett **az egyik feladat ellátni mindenkit standard tourniquet-tel**, kiküszöbölve ezzel számos lehetséges hibafaktort.

Törés-rögzítések és immobilizálás terén az elsősegélyben alapvető elvárás egy transport-biztos rögzítés. Ez általában sínézéssel oldják meg, ami szintén lehetséges improvizált eszközzel is. Vitán felül áll, hogy háborús sérüléseknél, amikor az evakuálási útvonal minősége kétséges és az első kórházig hosszú az út, akkor abszolút nélkülözhetetlen a sínezés, azonban **békeidőben**, ha a sebészeti ellátásig várható idő csökkentése érdekében mindent megtettünk és a sebesült kiürítése normál utakon történik, ez nem mindig abszolút szükséges. A szerzők tapasztalatai szerint **az egészségügyi kiürítés során a törések rögzítésére vonatkozó akadémiai szabályok szigorú betartása nem szükséges, mivel az az egészségügyi kiürítésben időbeli késést okoz, ami abszolút elfogadhatatlan**. Éppen ezért az elsősegélynél elegendő a sérült lábát a másik lábhoz-, vagy a sérült kart a törzshöz rögzíteni, szem előtt tartva a mielőbbi evakuálást.

Kritikus sérültek elsősegély ellátása premedikális szinten a vérzéscsillapítást, az aszeptikus kötések felhelyezését, a transzporthoz szükséges mértékű immobilizálást jelenti. Ezen sérülteknél fontos faktor még a **fájdalomcsillapítás** és az **azonnali egészségügyi kiürítés** a kijelölt sebesültgyűjtő pontokra. Megfontolandó ajánlások vannak mind az orosz-, mind a nemzetközi szakorvosok részéről a **sérültek pozícionálást** tekintve, ami a sérült számára a legelőnyösebb hemosztázist, a további sérülések megelőzését biztosíthatja. A sérült arccal felfelé fordítására tett törekvések, hacsak nem feltétlen szükséges, árthatnak és fokozhatják a belső vérzéseket. Amikor a sérültet megtalálási helyzetében (oldalfekvésben, vagy hason) hagyjuk, meg kell győződni arról, hogy a szabad légút biztosított-e. Eszméletlen betegnél az asphyxia megelőzése érdekében továbbra is a stabil oldalfekvés javasolt.

Triázs, egészségügyi kiürítés. A kritikus sérültek életének megmentése érdekében feltétlen szükséges őket mihamarabb a megfelelő kórházba eljuttatni, míg más könnyebb sérültek ellátása a helyszínen, vagy ambulánsan is megoldható. Ebben a robbanás helyszínén

végzett szakszerű triázs nélkülözhetetlen, ehhez az alap- és a sürgősségi ellátásban is jól képzett, gyakorlott specialistákra van szükség. Az 1988-as Örményországbeli földrengés tapasztalatai bizonyították, hogy **katasztrófa helyzetben a triázst a sérülések súlyossága helyett inkább az egészségügyi ellátó rendszer kapacitása, képességei határozzák meg.** A triázs szempontjából a robbantásos sérüléseknél legfontosabb faktor a gyakori koponya és agyállományi sérülés, sokszor kombinálva belső sérülésekkel, továbbá a végtagok súlyos traumáival. Ez az összes súlyos robbantásos sérülteknek kb. felénél igaz. Mihamarabbi egészségügyi kiürítés javasolt minden belső vérzéssel járó állapot esetén, valamint a koponya és az agy penetráló sérüléseivel is. A modern kor vívmánya a helikopteres kiürítés, ami szignifikánsan lerövidítette a sérültek speciális ellátó helyekre, traumaközpontokba történő eljuttatását. Az anti-sokk kezelésben el kell fogadni azt a szabályt, hogy az elsősegélynyújtás során elkezdett terápiát az evakuáció közben is folytatni kell, minimum folyadékpótlás formájában.

A sebészeti ellátás tanulságai

A **robbanásos sérülések** esetében a sebészeti ellátóhelyre történő felvételkor nagyon alapos szisztematikus vizsgálatot kell végrehajtani, a **sérülés etiológiája, patomechanizmusa, klinikai és morfológiai karakterisztikája alapján kell meghatározni (összes kontúzió + egyéb sérülések) az elsődleges prioritásokat.** Nagyon fontos megtudni a robbanásos sérülés kialakulásának körülményeit, azonban figyelembe véve, hogy ilyenkor többnyire a súlyos sérültek tömege van többségben, túlzott hangsúlyt erre ilyenkor nem kell fektetni. Javasolt megállapítani a „**fő**” vagy **legkiterjedtebb sérülést**, ami a legnagyobb figyelmet érdemli. Az alapos vizsgálatokat **az életmentő beavatkozásokkal (damage control resuscitation, sürgős sebészeti beavatkozások a belső vérzések kontrolljához, végtag és életmentő sebészi beavatkozások)** párhuzamosan kell végrehajtani. Minden esetben szükséges megállapítani a lehetséges agyi sérülés súlyosságát (figyelembe véve, hogy az szinte minden robbantásos sérülésnél jelen van), a lehetséges szem, fül, orr, torok és maxillofaciális sérülésekkel együtt, amik szintén meglehetősen gyakoriak (különösképpen a dobhártya traumás bevérzését, illetve ruptúráját kell kizárni).

A **teljes test vizsgálata** során kétség nélkül szükség van **laboratóriumi, trauma képző és fizikális** vizsgálatra is az összes trauma diagnosztizálása céljából. A csontsérülések gyanúja esetén teljes röntgen, szükség esetén stabil betegnél CT vizsgálat szükséges. A robbantásos sérülések jellemzői miatt ajánlott sürgősségi radiológiai vizsgálat a koponya, a gerinc, a mellkas és a végtagok területén. Az azonnali laborvizsgálatok a hematokrit, hemoglobinn, lehetőség esetén a keringő vérmennyiség meghatározása, sav-bázis egyensúly anémiás indexek segítségével az esetleges sokk jelenlétét és súlyosságát határozzák meg. **Mindenkor fel kell helyezni egy hólyagkatétert, hogy a vesefunkciót monitorozni lehessen,** különösen súlyos esetekben (műtéti beavatkozás csak olyan sérülteknél kezdhető meg, ahol bizonyított a vesefunkció helyreállása, a nem életmentő sebészeti beavatkozásokat pedig nem javasolt elkezdni amíg a vesefunkció, a vizelet-termelés el nem éri a minimum 40-50 ml/óra mennyiséget). Az EKG nemcsak a szív működéséről, hanem a homeosztázisról is ad objektív információt, így javasolt a dinamikus monitorozás. Robbantásos sérülteknél kötelező neurológus, idegsebész, urológus és más szakemberek bevonása a betegellátásba, ők természetesen további szakvizsgálatokat indikálhatnak. **A sebészeti beavatkozások végrehajtása a fő hemodinamikai paraméterek stabilizálása után lehetséges.** Ezek sorrendjét az elsődleges szövethemodinamikai, a sérült részeken az ép szövetek határai, illetve szükség esetén a távolabbi traumák határozzák meg.

A tapasztalatokból levonható következtetések

M.C. Reade szerint a békeidőben bekövetkező robbanások a következő táblázat szerint jellemezhetők:

	Körülmények	Sérültek száma	Robbanóanyagok típusa
Ipari, vagy otthoni balesetek	A biztonsági rendszabályok megszegése, otthoni balesetek, legtöbbször esetben drog vagy alkoholfogyasztáshoz köthetően.	1-5	gyenge robbanóanyagok (folyékony természetes gázok)
Terror-támadások	Társadalmilag szignifikáns létesítmény, ami a közmédia hatáskörébe tartozik.	50-500	erős robbanószer (ammónium nitrát)
Öngyilkosság, vagy gyilkosság	Az áldozat ismeri a támadót. A robbantás célja a sebesülés okozása, az elkövető nem kell, hogy az áldozat közvetlen közelében legyen.	1-2	háziilag készített robbanószerkezetek

A tömeges sérültellátás, a robbantásos sérültek egészségügyi ellátásának sikere a jól időzített és a minden szolgáltató professzionális együttműködésén alapuló vészhelyzeti, sürgősségi reagáláson múlik. Ehhez elengedhetetlen és bizonyított tény, hogy a sürgősségi szolgáltatóknak folyamatos készenlétben kell lenniük.

A háborús, illetve a békeidős robbantások között az a fő különbség, hogy bekövetkezésük háborús körülmények között jobban megjósolható az alkalmazott fegyvertípusok, taktikák ismeretében, valamint a katonai szakorvosoknak jelentősebb tapasztalatuk, képzettségük van a robbantásos sérülések ellátásában, nagyobb gyakorlattal tudják megjósolni, hogy milyen sérülések várhatóak egy harctéren és hogy ehhez milyen mértékű egészségügyi támogatás szükséges.

A békeidőben bekövetkező robbanásos katasztrófák esetében a szakorvosok gyakorlatilag végtelen számú lehetséges vészhelyzeti szcenárióval nézhetnek szembe, változatos sérüléstípusokkal és a háborús robbantásokkal ellentétben több esélye van mindenféle nemű, korú, állapotú áldozatnak (nők, gyerekek, terhes nők, idősek stb.).

A **sérülések súlyossága** különböző lehet attól függően, hogy az áldozat mennyire volt messze a robbanástól. A robbanási hullám terjedése okozhat légyszív-sérüléseket, ortopédiai traumákat, belső sérüléseket és másodlagos traumás stresszt is.

A **kezelés fő jellemzőit** átfogóan kell meghatározni a sérülések típusa és a sérültek általános állapota alapján. A **traumás betegségek (TD) ellátásának koncepciója 4 periódust tartalmaz meg:**

- az **első** periódus (a sérülést követő **12 óra**): az életfunkciók akut zavarai,
- a **második** periódus (**12-48 órával** a sérülés után): a relatív stabilizáció ideje, az intenzív terápia körébe tartozik. Főképp az akut respiratórikus distressz szindróma, a zsír-embolizáció, a pulmonáris thrombembolizáció és a generalizált fibrinolízis (DIC) megelőzése. A folyadékterápiára vonatkozóan általános ajánlás: az első periódusban kb. 3 liter vér és 3-4 liter vérplazma (blood fluid) az elvesztett vérmennyiség pótlására,

azt követően ez a tevékenység a sérült állapotától és a sebészi beavatkozás sikerétől függ,

- **a harmadik periódus (3-10 nappal** a sérülés után) szintén az intenzív terápia hatásköre, de a komplikációk (generalizált fertőzések) kockázata itt a legnagyobb,
- **a negyedik periódus** az életfunkciók teljes stabilizálódását fedi le.

Az „Aranyóra” koncepciójának megfelelően a korai szakaszokban minden sérülést párhuzamosan kell kezelni. A traumás betegségek ellátásának fenti szakaszait figyelembe véve, a nemzetközi sebészek létrehoztak egy beosztást az **elvégzendő sebészeti beavatkozás(ok)-ra arra az esetre, ha minden szükséges műtétet teljesen NEM lehet elvégezni**, ez az úgynevezett **több-fázisú sebészeti ellátás taktikája – damage control** (-surgery vagy ortopédiai kár-elhárítás). Ez a beosztás **3 stádiumot** határoz meg:

- **az első stádiumban** (a sérülést követő **48 órában**, azaz a traumás betegségek 1. és 2. periódusában) az intenzív ellátás és a csontok **INSTABIL töréseinek ideiglenes stabilizálása KÜLSŐ merevítő** eszközökkel az életveszélyes komplikációk megelőzés érdekében,
- **a második stádiumban (10-15 nappal** a sérülés után, azaz a traumás betegségek 3. periódusában) a cél a homeosztázis normalizálása. Ebben a **szakban** a fertőzőes komplikációk nagy rizikója miatt a **sebészeti beavatkozás kontraindikált**,
- **a harmadik stádiumban** (ami megfelel a traumás betegségek 4. periódusának) lehet elvégezni a **tervezett rekonstrukciós műtéteket**.

A műtétek esetén **fokozottan figyelembe kell venni a sérült vesefunkcióját**. A beavatkozás nem kezdhető meg addig, amíg nem győződünk meg a vesefunkciók visszaállításáról. Nem életmentő sebészi beavatkozást kontraindikált elvégezni, amíg a vizelet kiválasztás nem éri el az óránkénti minimum 40-50 ml-t.

Robbanásos sérüléseknél (az amputációkat kivéve) a műtéti intervenciók módszer megválasztására nincs specifikus előírás, de **ezeknek a beavatkozásoknak a sorrendje** nagyon lényeges. Az asphyxia elkerülését célzó műtétek (ha a tracheális intubáció nem sikerült) és a zajló belső vérzések kontrollját célzó beavatkozások prioritást élveznek. Még az életveszélyes koponya, agy- vagy penetráló szemsérülés esetében is elsőbbséget élveznek ezek a sérült stabilizálását biztosító műveletek.

A fő intervenciók műtétek a sérülések területén – műtéti debridement (ami nagy robbanásos sérüléseknél több rekonstrukciós beavatkozást is jelenthet) is csak a sérült stabilizálása után hajthatók végre. A tapasztalatok szerint súlyos robbanásos traumáknál a műtétek sorrendje általában a következő: a koponya és agysérülések (növekvő hematóma és roncsolás esetén), szemsérülések (penetráló sérülések), felsőlégutakat érintő sérülések (elmozdult törések, komolyabb sérülések), végtagsérülések (nyílt vagy zárt törések, roncsolódások, penetráló sérülések a főbb ízületeken, kiterjedt lágyrész sérülések).

A modern sebészeti technikák, többek között az ér-, ideg-, ín intervenciók műtétek, a mikrosebészeti módszerekkel végzett szövetátültetések, minimál invazív belső stabil funkcionális oszteoszintézisek és külső trakciós eszközökkel végzett oszteoszintézisek, a gerinc-, a medence és a nagyízületek rekonstrukciós sebészeti ellátása a lehető legjobb gyógyulási eredményeket biztosítják robbanásos sérüléseknél is. A Szentpétervári Katonaorvosi Akadémia Tábori Sebészeti Osztálya által elvégzett kutatás azt bizonyította, hogy az eddigiekben leírt többfázisú sebészeti ellátás taktikája politraumatizált sérülteknél a mortalitást 23%-ról 15%-ra csökkentette, a komplikációk előfordulását 42%-ról 19%-ra, a zsírembóliás szövődményt 2,2%-ra, a trombembóliás komplikációkat 4,4%-ra, míg a maradandó károsodások előfordulását 39%-ról 30%-ra mérsékelte.

Következtetések

A robban(t)ásos sérülések közismerten a legsúlyosabb traumák közé tartoznak háborús- és békeidőben egyaránt. Ezek nemcsak fegyveres konfliktusok során következhetnek be, hanem egyre gyakrabban a mindennapokban is.

Ahhoz, hogy megfelelően hatékony civil egészségügyi ellátást biztosítsunk, a sürgősségi reagáló erőknél folyamatos kapcsolatban kell lenniük egymással, többek között a hadsereg és a katasztrófavédelem erőivel is. A sérültek legjobb ellátása érdekében szükséges egy egységes traumaellátási protokoll kidolgozása és az ehhez szükséges elengedhetetlen képzések, gyakorlatok megszervezése is.

Referálta: Dr. Guth-Orji Ágnes orvos őrnagy