

REPESZSÉRÜLÉSEK JELENTŐSÉGE ÉS MEGELŐZÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

ÖSSZEGZÉS: A robbantásos merényleteket, robbanásos baleseteket túlélő sérültek esetében leggyakoribbak a repesz okozta lágyrész-sérülések, testüregbe hatoló sérülések és csonttörések. A repeszdarabok származhatnak magából a robbanótestből, illetve a robbanás hatására szétrepülő kőtörmelékből, építőanyagokból vagy gépjármű alkatrészekből, de akár magából az öngyilkos merényletből is. A fragmentumok anyagától, méretétől, alakjától és sebességétől függően a legváltozatosabb következmények jöhetnek létre az emberi szervezetben, kritikus területeket érintve okozhatják a sérült halálát, rokkantságát. Előadásomban ezen mechanizmus okozta sérülések jellegzetességeiről, és az emberi test védelméről lesz szó.

Kulcsszavak: robbanás, repeszhatás, védőeszköz

BEVEZETÉS

A terrorizmus az utóbbi években reális veszéllyé vált, Magyarország nemzetközi szerepvállalásai során célpontja lehet a terroristáknak, akik legtöbbször robbantásos merényletekkel akarják céljaikat elérni. [1] Az improvizált robbanótestek elleni harc egyik fontos területe a felderítés és megsemmisítés lehetőségeinek folyamatos fejlesztése, új típusú eszközök kidolgozása, az élő erő védelme. A világ hadseregei és fegyvergyártó cégei versenyben állnak a terroristák által alkalmazott egyre fejlettebb módszereivel.

Robbanás során a legsúlyosabb sérültek az epicentrumhoz közel helyezkednek el, ők általában a robbanási túlnyomás következtében fellépő elváltozások miatt meghalnak. A robbanás középpontjától távolabb a légnyomásváltozás már nem érvényesül akkora mértékben, viszont a robbanótestből és környezetéből származó fragmentumok akár több száz méterre képesek elrepülni és sérüléseket okozni. Összehasonlítva a különböző eredetű sebesüléseket, a harci bevetésekkor 15%-ban lövedékek és 85%-ban repesz okozta sérülésekkel találkozunk az egészségügyi ellátás során. [2]

A testüregbe hatoló, esetleg nagyereket elszakító, nyakat, fejet érintő repesz gyakran halálosak vagy maradandó rokkantságot is okozhatnak, ezért a hadiiparban, a védőeszközök fejlesztése és gyártása során kiemelt figyelmet fordítanak a repeszvédelemre és ennek tesztelésére. A vietnami háború adatainak elemzésével kimutatták, hogy a halálos sérülések a testfelületen 47 %-ban a mellkason és a felső hasi részen, 44 %-ban a feji- és nyaktájékon található, míg a halált okozó sérülések mindössze 9 %-a esett a test egyéb tájaira, ezért elsődleges fontosságú a védősisakok és védőmellények alkalmazása.[2]

REPESZKIALAKULÁSA

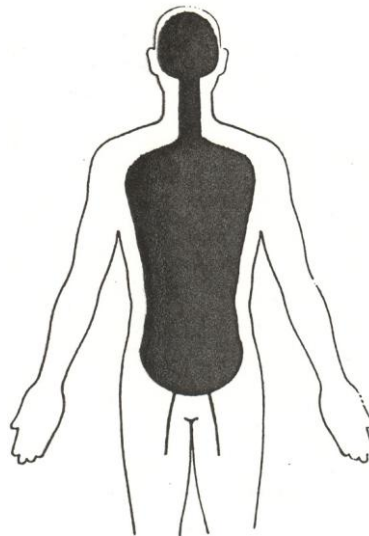
A repesz okozta sérüléseket magából a felrobbant robbanótestből származó (ún. elsődleges) vagy a robbanás által elrepített (ún. másodlagos) tárgyak okozzák. Lehetnek fém, fa- és üvegszilánkok, épületek darabjai, bútorok, kövek. Változó lehet a méretük és tömegük is millimétertől akár a több méteres darabokig, a pár grammtól a több tíz-száz kilogrammig. [3] Sokszor a nagyobb hatás elérése érdekében mind a katonai robbanóeszközökbe (pl. 93M védő kézigránát, repeszaknák), mind a házilag gyártott eszközökbe repeszképző anyagokat (pl.

¹ MH 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Ezred

acélgolyók) tesznek. Ezeket az anyagokat shrapnelnek nevezzük Henry Shrapnel után, aki kifejlesztette ezt a speciális katonai, kifejezetten az élőerő elpusztítására alkalmas fegyvert. [4]

A repeszhatás mértéke (a repesz kivetési távolsága) főleg a repesz kezdeti sebességétől, a túlnyomástól, a légellenállástól, a töltet és a szabad felület közötti távolságtól, a töltet méretétől, a közeg szakítószilárdságától és a repesz elmozdulás irányára merőleges felületétől és tömegétől függ. [5]

A szilánkok által okozott sérülések súlyosságát számos tényező határozza meg, ilyen tényező a szilánk mozgási energiája, a repesz alakja, sűrűsége, a becsapódás utáni széttöredezés valószínűsége, a szilánk forgása, de természetesen befolyásolja a sérülés helye és a területet fedő ruházat is. [3] A következő ábrán fekete színnel jelölve látható a test repeszek iránt legsérülékenyebb része.



1. ábra Az emberi test repeszhatással szemben kritikus felületei [3]

A szabálytalan alakú repeszek a testbe csapódás előtt átadhatják energiájuk nagy részét a környezetnek, így főleg a ruházatot, a bőrt károsítják, míg a hegyes szilánkok a test mélyébe hatolnak, akár át is mennek rajta. [6]

A testbe csapódás energiáját a repesz tömege és sebessége (szilánksebesség) határozza meg. Az elsődleges repeszek sebessége a katonai gyakorlatban elérheti a 2500 m/s-ot, a nem katonai célú robbantások esetén, illetve házilag gyártott bombák felrobbantásakor a repeszek kezdeti sebessége ennek kb. fele-kétharmada. A másodlagos repeszek sebessége általában alacsony, de ezek is súlyos sérüléseket okozhatnak. [3,7]

Kritikus szerv	Repsz tömege (kg)	Repsz sebessége (m/s)	Energia (J)
Mellkas	>1,1	3	5,4
	0,05	24	13,5
	0,0005	120	3,4
Has, végtagok	>2,7	3	12,2
	0,05	22	12,2
	0,0005	170	6,8
Fej	>3,6	3	16,2
	0,05	30	21,6
	0,0005	140	4

1. táblázat Súlyos sérülés kialakulásának határértékei a repesz tömegének függvényében repeszbecsapódást követően [8]

REPESZEK OKOZTA SÉRÜLÉSEK JELLEGZETESSÉGEI

A robbanásos sérülések kialakulásakor a következő patofiziológiai folyamatok lépnek fel:

- a bomba vagy robbanás okozta psychés trauma, extrém stressz-reakció;
- akusztikus trauma;
- a lökeshullám sújtó hatása /általános rázó hatás, nyomó hatás, lökő hatás/;
- barotrauma;
- mechanikai sérülések. [9]

A repeszek okozta sérülések mechanikai sérülések, igen változatos képet mutatnak, az osztályozás során, a mechanizmus alapján a másodlagos vagy másodrendű károsodások csoportjába tartoznak. A szövetkárosító hatás a nagyságuktól, alakjuktól, sűrűségüktől, a becsapódás helyétől és az utána bekövetkező széttöredezéstől, forgásuktól, a sérült ruházatától, de legfőképpen a mozgási energiától (tömeg és szilánksebség) függ. Az általuk okozott elváltozások általában igen kiterjedtek, sokszor érintik a testüregeket, főleg védelem nélküli személyeken. Gyakoriak a csonttörések (medence, csigolyák, végtagi csontok), az ér- és idegsérülések, a testüregbe hatoló fragmentumok miatt a légmell, illetve a belső vérzések és a szemsérülések. Nem ritka a maradandó rokkantság sem. [6]

Sérülés	Előfordulás aránya
Lágyrész-repezssérülés	54,4%
Testüregbe hatoló repesz-sérülés	28,7%
Csonttörés	19%
Égés	14,3%
Amputáció	4,7%

2. táblázat Egészségügyi ellátás során a robbanás okozta sérüléscsoportok előfordulásának aránya [6]

Fej és nyak a testfelület kb. 12%-át adja, de a végzetes kimenetelű sérülések esetén ez a két testtájék szinte mindig érintett. Az agy viszonylag védett a koponyacsontok által, de a nagyenergiájú fragmentumok képesek áthatolni rajta. A szem különösen sérülékeny és sérülése rejtett is lehet, ha az apró fémszilánkok, üvegszilánkok kis vágást ejtve átjutnak az ínhártyán vagy a szaruhártyán, ezért mindig alaposan ellenőrizni kell. A szem súlyos károsodása lényegesen kisebb szilánksebség esetén is bekövetkezhet (már 15 m/s-os becsapódásnál), mint a bőr esetében. A nyaki nagyerek védtelenek, átvágásuk a test gyors kivérzését eredményezi, ugyanígy sérülékeny a nyaki gerincoszlop, sérülése súlyos bénuláshoz, légzésbénuláshoz vezethet. [3,6,7]

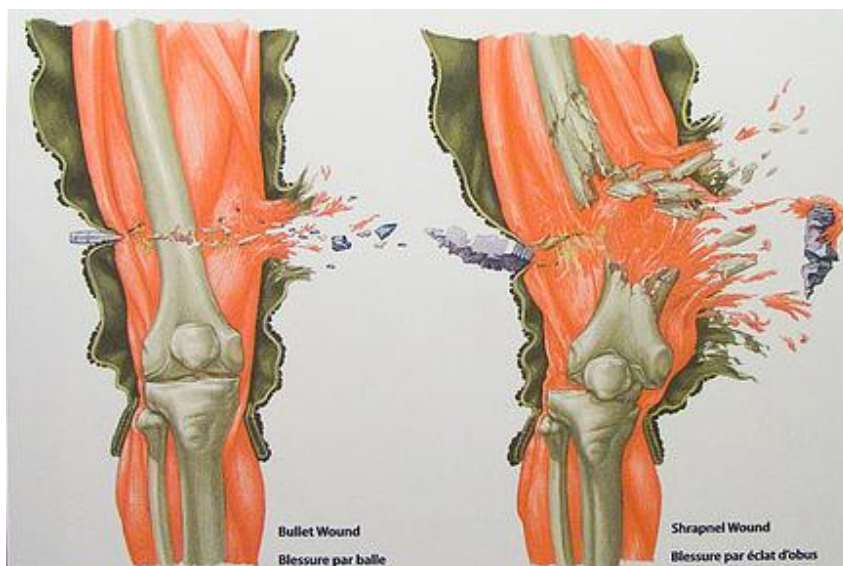
Mellkasba hatoló repeszek sérthetik a tüdőt, szívet, és a főereket, ami katasztrófális következménnyel járhat, de a mellkasfal kisebb megsértése esetén is kialakulhat légmell, vagy a mellhártya lemezei között vérzés indulhat meg, ezek az elváltozások gyors beavatkozás nélkül szintén halálosak lehetnek. [6,7]

A hasüreg területén a máj, lép, vesék sérülése súlyos vérzéssel járhat, néha a szerv eltávolítása vagy csonkolása szükséges, de átszakadhat a belek fala, és itt is érintettek lehetnek a több centiméter átmérőjű nagyerek. [6,7]



2. ábra Terrorista robbantás során sérült alsó végtag [10]

Végtagok esetében a lágyék és hónalj sérülékeny, mivel itt haladnak át a végtagot ellátó erek, idegek. Gyakoriak a többszörös, darabos vagy romos csonttörések, előfordulhat, hogy darabok hiányoznak a törött csontból, emellett a lágyrészek (izmok, inak, erek, idegek) is roncsolódnak, sokszor emiatt szükséges a sérült végtag amputálása. Kiterjedt lágyrész-sérülésnél szövödményként rekesz-szindróma alakulhat ki. [6,7]



3. ábra Lőtt és repesz okozta végtagsérülés összehasonlítása, a repesz okozta sérülésnél kiterjedt roncsolás alakul ki [11]

Hadszintér	Fej-nyak	Mellkas	Has	Végtagok	Egyéb
I. világháború	17	4	2	70	7
II. világháború	4	8	4	75	9
Korea	17	7	7	67	2
Vietnam	14	7	5	74	-
Öböl-háború	11	8	7	56	18
Afganisztán	16	12	11	61	-
Átlag	13,2	7,7	6	67,2	6

3. táblázat Sérült testtájak aránya a különböző háborúkban az USA haderejében [6]

Másodlagos repeszként viselkedhetnek a helyszínen tartózkodó emberek, állatok maradványai is, pl. öngyilkos merénylöből származó csontdarabok, amelyek betegségeket hordozhatnak, ezáltal a sérültet is megfertőzhetik súlyos vagy halálos megbetegedések kórokozóival pl. HIV vírussal. Az IED-k biológiai fegyverekkel (pl. anthrax spórákkal) történő megtöltésének valószínűsége sem elhanyagolható. A robbanás okozta repesz-sérülések kiterjedt roncsolással

járnak, erősen szennyezettek, amely jó táptalajt jelent a kórokozóknak, gyakoriak a sebfertőzések. [6]

Tartósan a betegben maradó repeszdarabok folyamatosan mérgezhetik a szervezetet, toxikus nehézfémek szabadulhatnak fel. Külön említeném a depletált uránt tartalmazó lőszereket, amelyből alfa-sugárzást kibocsátó urániumizotópot tartalmazó szilánkok maradhatnak a sérültben.

A repeszszérülés gyakran kombinálódik égéssel, mivel főleg az elsődleges fragmentumok magas hőmérsékletűek. A robbanás környezetéből származó üveg- és faszilánkok megtalálása sokszor nehézséget okoz, mivel a röntgensugárzás nem mutatja ki, és a roncsolt szövetek között is nehezen észrevehetőek. A bennmaradó fragmentumok vándorolhatnak a szervezetben, hónapokkal, évekkel később újra sérülést, érelzáródást okozva. Minél közelebb van a test az epicentrumhoz annál valószínűbb, hogy súlyos, többszörös, áthatoló a sérülés. [6]

Osztályozás	Mechanizmus	Érintett szervek	Sérülések
Elsőrendű robbanásos sérülés	robbanási túlnyomás, barotrauma	- Levegővel telt üreges szervek (tüdő, gyomor-bélrendszer, középfül) - A levegővel tel szervek mellett elhelyezkedő szolid szervek (szív, lép, máj, vese) - Nagyerek	- Tüdő barotrauma - Dobhártya perforáció - Gyomor-bélrendszer perforáció, vérzés - Szemgolyó repedés - Agyzúzódás a fej sérülésének külső jele nélkül - Máj, lép ill. vesék leszakadása - Szívzúzódás - Nagyerek szakadása - Légembólia
Másodrendű robbanásos sérülés	repszhatás	- Bármely szerv érintett lehet	- Zúzódások, törések testszerte - Áthatoló sérülés a szemén, koponyán, mellkason, hason, medencén
Harmadrendű robbanásos sérülés	hirtelen gyorsulás-lassulás, a test ütközése	- Bármely szerv érintett lehet, elsősorban fej, nyak, végtagok	- Zárt fejsérülés - Nyaki csigolyatörés - Traumás végtagsérülés;
Negyedrendű robbanásos sérülések	hőhatás, toxikus gázok	- Bőr, szem - Légutak, tüdő	- Égés - Légúti égés - Mérgezés
Kísérő tünetek	stressz	- Szisztémás válasz a traumára	- Angina - Hypertonia - Hyperglycemia - Asthma

4. táblázat A robbanás okozta sérülések osztályozása [6,9,12]

A teljes szervezetet érintő súlyos szövődmény a crush-szindróma. Lényege a szövetkárosodás, melynek következtében toxikus anyagok szaporodnak fel a vérben, akut veseelégtelenség alakul ki. [9]

A kezelést és a prognózist alapvetően a kialakult sérülések, a sérült általános állapota, előzetes betegségei határozzák meg. A halál általában a testüregbe hatoló repeszek miatti vérzések, a nagyerek sérülése vagy az idegrendszeri károsodások miatt következik be. [9]

AZ ÉLŐERŐ VÉDELME A REPEZSÉRÜLÉSEKSEL SZEMBEN

A következőkben szeretném röviden bemutatni a katonák és más rendvédelmi szervek által a repeszhatással szemben alkalmazott eszközöket, kiemeltebb figyelmet fordítva az egyéni védőeszközök alapanyagára és a leghatékonyabb, a tűzszerészek által használt nehéz tűzszerész védőruhára, valamint a védelmi képesség tesztelésére.

Az élőerő védelmére alkalmazott kollektív védőeszközök

A munkavédelemben, amennyiben lehetőség van rá, a kollektív védőeszközöket előnyben részesítjük az egyéni védőeszközökkel szemben, a repeszhatásnak kitett katonák esetében viszont ezek kombinált alkalmazása szükséges.

Az élőerő védelmét mozgás közben páncélozott járművekkel biztosítják, jelenleg a legmodernebb rendszeresített járművünk az MRAP (aknatámadás elleni védelemmel rendelkező) Cougar. Képesek megvédeni a benne ülő személyeket a kiskaliberű lövedékek, kisméretű robbanólövedékek, az irányított rakétameghajtású gránátok és az improvizált robbanóeszközök ellen.[13]

A magyar Rába Jármű által kifejlesztett sebesültszállító speciális, terepjáró képességű, amely a NATO logisztikai járművekre vonatkozó normáin túl ballisztikai, repesz és akna elleni védeltséget is nyújt a sérült katonáknak és az őket ellátó egészségügyi szakembereknek. A páncélzatnak 20 milliméteres tűzérési repesztől és 6 kilogramm TNT-nek megfelelő robbanástól (futóművek alatt) is meg kell védenie a járműben ülőket.[14]



4. ábra Cougar tűzszerész jármű



5. ábra Rába páncélozott sebesültszállító gépjármű

Tábori erődítmények kialakításakor jól alkalmazható a HESCO bástya vagy „Hesco Bastion Concertainer” modul rendszer, amely egy szét- és összecsukszó konténer, melyet horganyzott huzalból készítenek geotextília béléssel. Az elemekből tetszőleges falat, fedezéket, óvóhelyet és más szükség szerinti építményt lehet létesíteni, amely mind az embereket, mind a technikai eszközöket képes megvédeni a szétrepülő repesztől. [15] Szintén dróthuzalokból és geotextíliából álló repeszfogó hálót alkalmaznak építményrobbantásoknál.

Katonai védőeszközök

A repeszvédelem során alkalmazott egyéni védőeszközök nagy része nem sorolható a klasszikus egyéni védőeszközök közé, mivel nem rendelkeznek sem EK típusú tanúsítvánnyal, sem EK megfelelőségi nyilatkozattal, amelyeket a hatályos polgári jogszabályok előírnak. Ezek a védőeszközök az úgynevezett katonai védőeszközök csoportjába tartoznak, melyek fogalmát az 1/2009. HM rendelet fogalmazza meg.

Katonai védőeszköz: kizárólag, illetve elsődlegesen katonai célra kifejlesztett, gyártott, hazai, illetve külföldi forrásból beszerzett és külön eljárással rendszeresített, a veszélyforrás kiküszöbölésére vagy annak károsító hatása csökkentésére szolgáló, a személyi állomány szolgálati, kiképzési feladatainak ellátásához használt, alkalmazott egyéni vagy kollektív védő funkciójú felszerelés, hadfelszerelési anyag, tárgy, eszköz (a honvédségi tűzoltó alegységek védő-felszerelésének kivételével).[16]

A katona harctéri védőeszközeinek a szabványoknak (5. táblázat) megfelelő védelmet kell nyújtania, ezen kívül komfortosnak kell lennie és biztosítania kell a katona mozgását különböző terepviszonyok között, ezen kívül egyes felszerelések is a védőöltözetben kapnak helyet. Részei a sisak, amely kombinálva lehet arcvédővel vagy védőszemüveggel, a testpáncél vagy a repeszálló, illetve a repesz- és lövedékálló mellény kiegészítő nyakvédővel, felkarvédővel, lágyékvédővel illetve combvédővel. Tűzszerészek számára került kifejlesztésre a könnyű, illetve a nehéz tűzszerész védőruha sisakkal.

A tárgyalt védőeszközökkel szemben támasztott követelmények, hogy biztosítsák a katona számára:

- a létfontosságú szervek lövedék és repeszhatások elleni védelmét;
- a felderítés elleni védelmet, álcázást;
- kényelmes és praktikus viseletet;
- mozgékonyt;
- a természeti környezet behatásai elleni védelmet;
- szennyeződések elleni védelmet;
- felszerelések ruházaton történő elhelyezésének lehetőségét.[17]

A védőfelszerelések védőképességének vizsgálatokor a következő táblázatban összefoglalt szabványoknak kell eleget tenni.

Érvényesség	Szabvány
NATO	Stanag 2920
USA	NIJ 01.01.03/ NIJ 01.01.04 NIJ 2005 Interim NIJ 01.01.06. (draft)
Magyarország	MSZK 1114 1-2

5. táblázat Lövedék és repeszálló védőeszközök minősítése

Főleg rendvédelmi szerveknél alkalmaznak kerámia és kompozit anyagú lövedékálló pajzsokat, melyek repeszdarabok ellen is védelmet nyújthatnak.

Az egyéni védőeszközök alapanyagai

Védőeszközök tervezésénél figyelembe veszik az alapanyagok speciális tulajdonságait. A ballisztikai potenciál, az egyes anyagok ellenálló képessége, amelyet nagy energiájú testek behatolásával szemben fejtenek ki. Függ az anyag törési energiájától, az anyag sűrűségétől és rugalmassági modulusától. A jó ballisztikai potenciálú anyag nagy törési energiájú, nagy rugalmassági modulusú és kis sűrűségű. [2]

A lövedékek illetve a repeszek ellen védelmet biztosító úgynevezett harmadik generációs szálasanyagok, mint a poliamid 6.6; aramid és nagyszilárdságú polietilén megjelenése a személyi és csoportos védelem számára újszerű és széleskörű felhasználási lehetőségek megvalósítását tette lehetővé.[2]

Ezen szálak legfontosabb jellemzői:

- mechanikai tulajdonságok:
 - nagy szakítószilárdság,
 - nagy szakító modulus,
 - kis sűrűség,
 - jó rezgéscsillapító képesség,
 - nagy energiaelnyelő képesség,
 - nagy szívósság,
 - alacsony kifáradási hajlam,
- vegyi tulajdonságok:
 - kiváló vegyszerállóság
- hőmérséklet érzékenység:
 - az aramidokat kiváló hőstabilitás kb. 450 °C-ig
 - magas hőmérsékletállóság,
 - alacsony hőtágulás,
 - alacsony hővezetés jellemzi,
 - a HPPE szálak már alacsony hőmérsékleten kb. 127 °C-on elveszítik mechanikai tulajdonságaik egy részét.
- elektromos jellemzők:
 - jó dielektromos tulajdonságok
 - textil jellemzők:
 - nagyfokú hajlékonyság,
 - jó kopásállóság,
 - jó komfort érzet. [2]

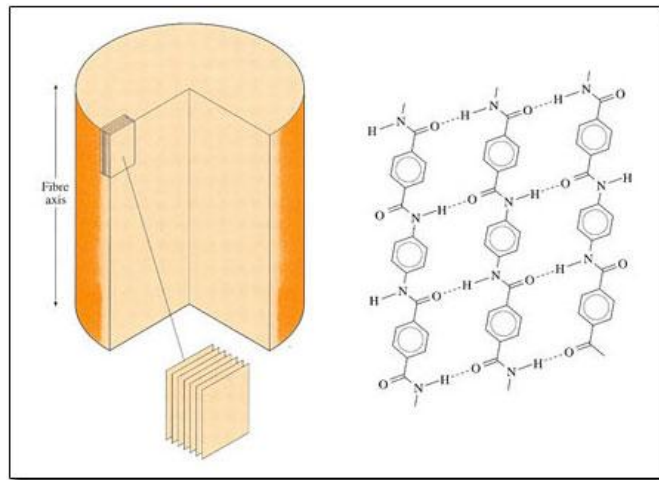
Alkalmazott száltípusok:

- nagy szilárdságú poliamid 6.6 szál (Nylon)

Általában huzatként vagy kevert formában alkalmazzák, vízlepergető, szennytaszító (stain resistant), penészesedésnek ellenálló, nagy szakítószilárdságú.

- aromás poliamidok, más néven aramidok, kémiai összetételüket tekintve többfélek lehetnek:
 - para-feniléndiamin-ftálsavamid (Kevlar, Twaron)
 - meta-feniléndiamin-ftálsavamid (Nomex)
 - semi-aromatic poliamid (Trogamid)

Általános jellemzőjük, hogy dinamikus terhelésnek igen jól ellenállnak, valamint a kiváló hőstabilitás, viszont UV-sugárzás hatására könnyek degradálódnak.



6. ábra Az aramid szálak szerkezete [18]

- polietilén (Dyneema, Spectra, Certran)

A Dyneema nagy súlyú polietilén óriásmolekula (HPPE) rendkívül rugalmas, nem fáradékony anyag, a hosszú lánc szerkezetnek köszönhetően jók a nyúlási adottságai. A szál hajlékonyságát nem befolyásolja a többszöri hajtogatás, UV sugárzás, vagy kopás, viszont a hő és lángállóság tekintetében szerényebb képességekkel rendelkezik.

A Spectra egy ultra nagy súlyú polietilén óriásmolekula (UHMWPE) kiváló UV ellenállású, szakító és feszítő szilárdsága igen nagy. Mindemellett hosszantartó terhelés alatt is tartósságot, és lassú, de folyamatos nyúlást mutat. Ez az évek során viszont alakváltozást okoz.

- karbonszálak

A karbonszálak szénatomokból álló szintetikus szálak, melyek érzéketlenek az UV-sugárzással szemben, viszont rugalmasságuk rendkívül alacsony, vezetik a hőt és az elektromosságot. Elsősorban összetett anyagoknál erősítőként alkalmazzák. [2,19,20]

Testvédelemre elsősorban szövetből készült szerkezeteket alkalmaznak, legtöbbször meghatározott arányban keverik a száltípusokat, vagy egymásra rétegezik őket annak érdekében, hogy mindegyik előnyös tulajdonsága érvényesüljön. A szövés után epoxigyantával ragasztják össze az egyes rétegeket.

Szövetek nedvességtartalma csökkenti a ballisztikai hatások elleni védőképességet, az UV-sugárzás hatására töredeznek a polimer szálak, ezért a védőképesség csak meghatározott ideig szavatolt.

Egyes termékeknél a védelmi képesség növelésére a ruházat külső felszínére kerámia vagy fémréteget visznek fel. A ruházaton kialakított zsebekbe kiegészítő védőbetéteket lehet tenni, amelynek fő összetevője a ballisztikai kerámia (alumínium-oxid, szilícium-karbid, bórkarbid), amelyet polimerekkel és üvegszálakkal rétegeznek, és epoxi- vagy fenolgyantákkal ragasztanak össze. [19]

Tűzszerész védőruha

A Magyar Honvédségben a repeszhatás elleni védelemre rendszeresített leghatékonyabb katonai védőeszköz, amelyet az improvizált robbanóeszközök elleni tevékenység végrehajtására fejlesztettek ki, az EOD-9 nehéz tűzszerész védőruha.

Részei a rövid felsőkabát magasított gallérral és ágyékvédő lappal, a lap visszahúzható, hogy a ruha guggoló helyzetben kényelmesebb legyen, a hátoldalán van felvezetve a sisakba a

csatlakozókábel, amelyen a kommunikáció történik. Több zseb található rajta a szerszámok, rádió és a folyadékellátó rendszer részére. A hosszú nadrágszárak teljes fedést nyújtanak a repeszek ellen, az ízületeknek megfelelően vannak tagolva, megkönnyítve a mozgást. Egy antropometrikusan tervezett, nagy becsapódási energiát is felemésztő hátvédő csatlakozik a nadrágszárakhoz, védi a gerincet egészen a koponyaalapig, segít tartani a sisakot. Egybeszabott (integrált) ágyékvédő körkörös ballisztikus és lángvédelemet biztosít, átfedéssel nyúlik le a comb felső részére, mely különösen veszélyeztetett a repeszekkel szemben. Az egész ruha gyorsan bomló kapcsokkal van tervezve. [21,22]

A külső védőburkolat anyaga égésálló és vízmentes és jól tisztítható, mosható. A térd- és könyökrészek tartós gumyszerű anyaggal vannak megerősítve. A lágy ballisztikai betétek aramidszálas anyagból vannak, erre illeszkednek rá a kemény kevlar és kerámia összetételű betétek, melyek eltávolíthatók a karbantartás idejére. [21,22]

Szerkezeti rész	Anyag
Külső védőburkolat	Kevlar/Nomex Blend Fabric/Nomex Thread
Ballisztikai betét tasakja	1000 denierszámú Nylon
Lágy ballisztikai betét	Rétegezett aramidszál, víztaszító nylon
Kemény ballisztikai betét	Polikarbonát, acél, habanyag, UHMWPE
Sisak	Kimagasló minőségű Kompozit Műanyag
Arcvédő	Polikarbonát/Polimetil-metakrilát
Arcvédő rostély	Acél

6. táblázat EOD-9 bombaruha alapanyaga

A sisak illeszkedik a ruhára, különböző méretű szivacs betétekkel pontosan méretre állítható, a fej formájára igazítható. Fő tartozékai a légkeverő rendszer, kommunikációs rendszer, környezetfigyelő rendszer, a belső energiaellátó, beépített lámpa és az ellenző törlővel. Védi a fejet és a fület a túlnyomás, a gyorsulás és a repeszek ellen. [21,22]

A szilánkokkal szemben a korábban szemléltetett kritikus testfelületeket kell a legjobban védeni, a védőruházat szilánkfogó képességének vizsgálatára laboratóriumi szilánkszimulátorokat használnak. A nehéz bombaruha nagyfokú védelmet nyújt az elsődleges és másodlagos repeszek ellen. Az arc védelmére kifejlesztettek egy a sisakra szerelhető sisakrostélyra hasonlító lemezt. [21,23]



7. ábra EOD-9 sisak és sisakrostély [24]



8. ábra EOD-9 nehéz bombaruha [24]

A védelem optimalizálása azt jelenti, hogy elfogadható súly és tömeg érdekében a repeszvédelem megvalósítása céljából az EOD-9 ruha rétegzett, fő alapanyaga az aramidszál. A védettség prioritási (fontossági) zónákra van felosztva. A legmagasabb prioritású védettségű zónaként a testnek azon területei vannak meghatározva, ahol a sérülések súlyos vagy halálos következménnyel járhat (agy, gerincvelő, mellkasi és altesti részen lévő lágy belső szervek). A másodlagos prioritású zónát a test azon területei jelentik, amelyek közül egynek a sérülése is életveszéllyel járhat (fej, törzs, altest, medenceöv, combok térdig) és a harmadlagos prioritású zóna a test azon területei, ahol a sérülés nem azonnali, illetve közvetlen életveszéllyel nem jár (alsólábszár, karok). A repeszvédelem a fajlagos testtájak repesz-sérüléseinek költségoldaláról (beleértve a gyógyítás, rehabilitálás költségeit, valamint a rokkantsági nyugdíjat) is optimalizált, ezért a térdék és alsó lábszár csontrendszerének védelme jelentősen megnőtt. A ruha elülső része által nyújtott védelem lényegesen nagyobb, mint a hátulsóé, mivel a jelenlegi doktrínák szerint a tűzszerész mindig nézzen szembe a robbanóeszközzel, amely felrobbanhat. Ennek ellenére az EOD-9 körkörös védelmet biztosít. [21,22]

Repszvédelem vizsgálata

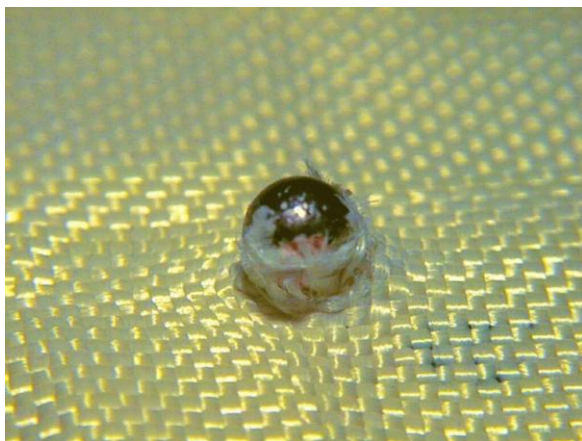
A STANAG 2920 által előírt V-502 tesztet széleskörűen használják ballisztikus (golyóálló) anyagok tervezésénél, párhuzamosan a termékfejlesztés és a minőség-ellenőrzés eszközeként. Bizonyos körülmények között alkalmazható repeszálló anyagok vagy golyóálló öltözékek viszonylagos teljesítményének összehasonlítására feltéve, hogy az anyagok alapvető konstrukciója azonos, például aramidot tartalmazó puha golyóálló öltözék keménnyel nem hasonlítható össze. Fontos megjegyezni, hogy a V-50 adatának névleges értéke csak egy irányszám, mert annak a valószínűsége, hogy egy robbanó eszköz repeszének pontosan

² A V-50 tesztelés egy, az anyagok –beleértve a golyóálló öltözékeket is – specifikus laboratóriumi repesz-szimulátorokkal szemben tanúsított átütési szilárdságának kiértékeléséhez használt statisztikai eszköz.

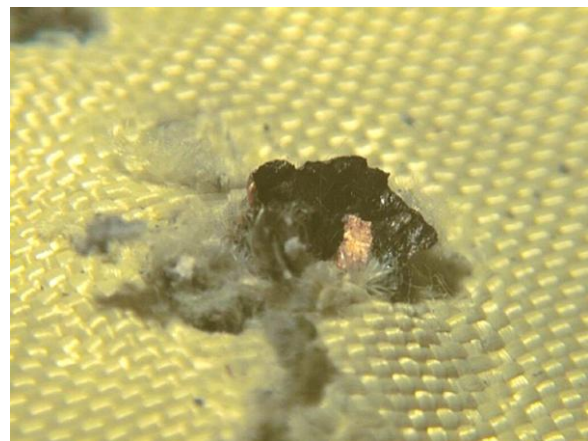
ugyanolyan tulajdonságai vannak, mint a teszt során használt szimulált repesznek, lényegében zérus. [21,22]

Szerkezeti rész	V-50 névleges értékek (méter/másodperc)
Rövid felsőkabát előlről, mellvédő lappal	1800
Rövid felsőkabát előlről, járulékos védelem nélkül	600
Kabátujjak	560
Gallér előrész közepén	850
Integrált ágyékvédő előrész	600
Nadrágszár comb előrész	690
Nadrágszár térdek	850
Lábszárvédők (csizmatakarók)	450
Sisak	600
Sisak arcvédő része	780
Sisak arcvédő speciális sisakrostéllyal	1130

7. táblázat A MIL-STD-662F Teszt Specifikáció használatával 1,1016 grammos Chisel Nose FSP vésőhegyű repesz-szimulátorral megállapított eredmények. [21,22]



9. ábra Aramid szövet V-50 tesztelése [25]



10. ábra Aramid szövet tesztelése valódi repeszdarabokkal [25]

Ennek problémának a kiküszöbölésére a Magyar Honvédségnél alkalmazott védőeszközök rendszeresítési eljárásakor létező szituációt imitálnak védő kézigránát felrobbantásával, így a tényleges fenyegetettséget vizsgálják. Az értékelés során csak akkor megfelelő az eszköz, ha egyetlen lövedék illetve repeszdarab sem hatol át, illetve nem okoz olyan mértékű benyomatot, hogy az súlyosan veszélyeztesse az alkalmazó testi épségét. [2,25]

A védőeszközökre kifejtett hatás vizsgálatok számításba kell venni a következő tényezőket:

- a robbanás nagyon rövid időtartam alatt lejátszódó folyamat;
- a repeszek tömege, alakja rendkívül változatos;
- a repeszek e rövid idő alatt nagy számban érik a vizsgálandó felületet;
- a folyamat nagy sebességű (a repeszek sebessége > 600 m/s);
- a robbantás hatására képződött lökéshullám és a robbantás hatására képződött hő befolyásolja a vizsgálandó felületet, megváltoztathatja annak tulajdonságait.

Ehhez képest az egyes lövésekkel leadott vizsgált minták eredménye semmiképpen nem adhat teljes információt az anyag viselkedéséről robbantás hatására. Új, komplex vizsgálmódszerek fejlesztése folyamatban van. [2]

ÖSSZEGZÉS

Dolgozatomban összefoglaltam a robbanás okozta repeszhatás jellemzőit, részletezésre kerültek az emberi szervezetben lejátszódó folyamatok és értékelésük, a repeszek okozta sérülések különleges esetei.

Az utóbbi pár évtizedben az emberi test védelmére a hadifelszerelés gyártók különös hangsúlyt fektettek. A 20. század háborúiban megsérült katonák adatainak elemzése során meghatározták azokat a kritikus testfelületeket, melyek védelme elsődleges, így a speciális katonai védőeszközök fejlesztésekor ezt is figyelembe vették. Forradalmi fejlődést jelentett a nagy szakítószilárdságú és energiaelnyelő képességű polimerek megjelenése.

Cél az alkalmazhatóság és a magasfokú védelem összehangolása. De ne feledjük: „Minden fenyegettség ellen nincs védelem, de a nem viselt védőfelszerelés nem véd meg és nem ad esélyt a túlélésre.”

TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások „A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

„The project was realised through the assistance of the European Union, with the co-financing of the European Social Fund.”

IRODALOM

1. LUKÁCS László: Robbantásos merényletek elkövetésének lehetősége Magyarországon, Hadtudományi tájékoztató 1994/1 II. kötet pp. 33-39.
2. DÖME Valéria: Védelem a repeszek ellen, Bolyai Szemle 2002 Különszám 3. kötet, <http://193.224.76.4/download/bjkmk/bsz/bszemle/kulon0316.html> Letöltés ideje: 2012.06.21. 14:12
3. SUSÁNSZKY Zoltán: A robbanás emberre gyakorolt hatása II., Műszaki Katonai Közlöny 1994/1 pp. 19-28.
4. DEPALMA Ralph, BURRIS David, CHAMPION Howard, HODGSON Michael: Blast Injuries, New England Journal Of Medicine 2005;352:1335-42.
5. BOHUS – HORVÁTH - PAPP: Ipari robbantástechnika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983 p. 359.
6. VÁRHELYI Levente: Robbantásos sérülések sebészi ellátásának kérdései, PhD értekezés, ZMNE, Budapest, 2010 p.92.
7. ZSÍROS Lajos, HÁBEL Tamás, IVÁNYI János, BESZE Tibor: A robbanás okozta sérülések sajátosságai, Műszaki Katonai Közlöny 1999/3 pp. 3-22.
8. ARMY TM 5-1300 Structures to resist to effects of accidental explosions, Departments of the Army, 1990 p. 1796.
9. LIPTAY László: Robbantásos sérülések és az ellátás belgyógyászati problémái, Honvédorvosi tanfolyam előadás (2003. január).
10. <http://www.martinfrost.ws> Letöltési idő: 2012.06.23. 16:12
11. [<http://www.digitalapoptosis.com/archives/canada/000652.html> Letöltési idő: 2012.06.23. 16:12
12. STUHMILLER James H.: Blast injury, United States Army Medical Research and Materiel Command, Fort Detrick, Maryland (2008) http://www.bordeninstitute.army.mil/published_volumes/blast_injury/blast_injury.pdf Letöltési ideje: 2009. 04.21.17:45.

13. <http://blog.hemmings.com/wp-content/uploads/2007/04/cougar.jpg> Letöltés ideje: 2009.12.04. 16:36
14. Magyar Mentőautók Afganisztánba http://www.autopro.hu/hazai_palya/raba-holding/Magyar-mentoautok-Afganisztanba/158/ Letöltés ideje: 2012.06.27. 22:11
15. SZABÓ Sándor, KOVÁCS Tibor, KOVÁCS Zoltán: Korszerű műszaki technikai eszközök II., Bólyai Szemle 2007/2, http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2007/2/14_szabo-kovacst-kovacs.pdf Letöltés ideje: 2012.06.20. 15:14
16. 1/2009. (I. 30.) HM rendelet a Magyar Honvédségre, illetve a katonai nemzetbiztonsági szolgálatokra vonatkozó eltérő munkavédelmi követelményekről, eljárási szabályokról
17. GÁCSEK Zoltán: A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatba integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben, PhD értekezés, ZMNE, Budapest, 2008 p.130.
18. http://open.jorum.ac.uk/xmlui/bitstream/handle/123456789/1033/Items/T838_1_section26.html
19. FRANK György: a lövedékálló védőmellény alapanyagai és a degradáció veszélye, A ballisztikai kerámia laboratóriumi vizsgálata, Bólyai Szemle 2009/3, http://portal.zmne.hu/download/bjkmk/bsz/bszemle2009/3/07_frankgyorgy.pdf Letöltés ideje: 2012.06.20. 15:44
20. Szálak és szerkezetek November 2008 http://www.elvstrom.hu/brosurak/Fabric_Brief_hun.pdf Letöltés ideje: 2012.06.28. 20:10
21. [21] Nehéz tűzszerész védőruha, Med-Eng EOD-9 Kezelési, használati és tárolási utasítás, Med-Eng Inc., Ottawa, Canada, (2007) p. 27.
22. DARUKA Norbert: Az EOD-9 védőfelszerelés alkalmazhatósága a hazai és nemzetközi tűzszerész feladatok ellátása során (NewChallenges 2009 konferencia előadás)
23. MAKRIS A., NERENBERG J., JAMES R., CHICHESTER C.: Evaluation of Personal Protective Ensembles for Humanitarian Demining, Fourth International Symposium on Technology and the Mine Problem, Monterey, California, March 12-16, (2000) p. 10.
24. <http://www.allenvanguard.com/Category.aspx?CategoryId=1> Letöltés ideje: 2009.05.01.15:54.
25. UNION PLUS Kft. Egyéni Védőeszközök vizsgálatai www.unionplus.hu/lap1.htm Letöltés ideje: 2012.06.28. 20:20