

Telemedicinális fejlesztési lehetőségek a harctéri egészségügyi ellátásban

Korunk hibrid hadviselése és az aszimmetrikus háborúk jellege megváltoztatta a háborúról alkotott képünket. A digitalizáció okozta technikai fejlődés vívmányai, illetve a telemedicina folyamatos térnyerése hatékonyan felhasználhatók lennének olyan kompakt megoldásokhoz, amelyek a harctéren eredményesebben segíthetnének a katonák életét megóvni.

Kulcsszavak: hibrid hadviselés, aszimmetrikus háború, digitalizáció, telemedicina, egészségügyi vezetési pont

Telemedicinal Development Possibilities of the Battleground Medical Care

The idea of warfare has been changed due to nowadays' hybrid warfare and the asymmetric style of wars. The technological achievements caused by digitalization and the spread of telemedicine could be effectively used for such compact solutions that could protect human resources more sufficiently on the war field.

Keywords: hybrid warfare, asymmetric war, digitalization, telemedicine, health management tactical operations centre

Bevezetés

A 21. század beköszöntével a klasszikus értelemben vett háborúk jellege komoly változáson ment át. A teoretikusok szerint a fejlett nyugati országok területén csökkent az esélye a hagyományos hadszínterek kialakulásának, sok esetben inkább a nehezen definiálható hadszínterek jelentek meg. Kijelenthetjük, hogy napjainkra az aszimmetrikus hadviselés vált jellemzővé, emellett a világ számos pontján, különösen a válságövezetekben, a terrorista cselekmények elkövetésének esélye sem csökkent. Az aszimmetrikus hadviselés fogalmának megértéséhez Resperger István definícióját idézem:

¹ Telephelyvezető, Magyar Honvédség Egészségügyi Központ Csapat- és Foglalkozás-egészségügyi Intézet, Anyagellátó Raktárbázis; doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; e-mail: mark.matusz@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3768-1079.

„Pontosan körvonalazott politikai célok érdekében folytatott, gyakran több szervezet ideológiai, vallási, etnikai közösségén alapuló katonai és nem katonai műveleteket, eljárásokat és módszereket alkalmazó, közvetlen és közvetett hatásokra építő és egymás hatásait felerősítő, a biztonság különböző dimenzióinak területét veszélyeztető harcmodor, főként harcászati eljárás, amellyel rákényszeríthetjük akaratunkat az ellenségre.”²

A hibrid hadviselés sajátos eszközeit is alkalmazzák a napjainkban is zajló orosz–ukrán háború során is. A fogalom meghatározásához Kiss Álmos Péter vonatkozó cikkéből idézek:

„Kényszerítő és felforgató tevékenységek, valamint hagyományos és nem hagyományos módszerek (például katonai, diplomáciai, gazdasági, technológiai) egyvelege, amelyeket állami vagy nem állami szereplők összehangolt módon használhatnak fel bizonyos célok elérése érdekében úgy, hogy eközben a hivatalosan deklarált hadviselés szintje alatt maradnak. A hangsúly általában a célállam sebezhető pontjainak kihasználásán, valamint egy olyan, nem egyértelmű helyzet megteremtésén van, aminek célja a döntéshozatali folyamatok hátráltatása. A hibrid fenyegetések eszközei lehetnek erőteljes félretájékoztatási kampányok is, amelyek során a szociális médiát használják fel a politikai narratíva befolyásolása vagy közvetítő szereplők radikalizálása, toborzása és irányítása céljából.”³

Nyilvánvaló, hogy mind a két fogalom esetében az agressziót aprólékos pontossággal megtervező és elkövető ország visszaél a fejlett országok hagyományosan lassú döntési mechanizmusaival, illetve arra törekszik, hogy a konfliktus során végrehajtott műveleteinek eredménye és hatása a válaszlépésre képes hatalmak vagy katonai szövetség beavatkozási ingerküszöbe alatt maradjon. Ez azonban nem zárja ki a harcérintkezések során történő súlyos sérüléseket, illetve esetleges haláleseteket, amelyek demoralizáló hatása éppen az agresszor politikai céljainak elérését segíti. Legyen szó akár egy frissen stabilizálódó békeművelési misszióról vagy megfigyelői szerepkörrel, az élőerő, a kiképzett katona életének védelme, továbbá a harci morál megtartása a hadvezetés számára kiemelt fontosságú. A művelési területen feladatot teljesítő állomány biztonsági szempontból jellemzően – viszonylagos – kiszolgáltatott állapotban tevékenykedik a bevetés helyszínén. Kiemelten fontos a feladatot végrehajtó katonák életének védelmét a kor legmagasabb technikai színvonalán megtervezni, tehát a speciális helyzetek, speciális egészségügyi ellátási koncepciót, egészségügyi előretervezést igényelnek. Egy katona elvesztése esetében az életének felbecsülhetetlenségén túl – racionálisan megközelítve – nemcsak a kiképzésére fordított idő, hanem a befektetett adóforintok is elvesznek.

A világ vezető demokratikus országait a megváltozott hadviselési formák, a biztonsági környezet átalakulása új kihívásként érte: teljesen új hadviselési elveket kell kidolgozni és alkalmazni, teljesen új szituációkhoz kell nagy gyorsasággal alkalmazkodni.

Felmerül a kérdés, hogy komoly kockázat nélkül, az egyéni harcászati fejlesztések bevezetésével meddig lehet várni. Ennek sürgető igényét már 2008-ban jelezte Gácser Zoltán: „Napjaink katonai műveleteiben az egyéni képességnövelő eszközök és rendszerek nagyobb túlélési esélyt biztosítanak a katonáknak a harctéren, ugyanakkor a jelenlegi egyéni felszerelésük, ruházatuk az új kihívásoknak megfelelően jelentős korszerűsítést

² RESPERGER 2014: 23.

³ KISS 2019.

igényel.”⁴ Egyre sürgetőbb, hogy a jelenlegi biztonsági környezetet fenyegető potenciális veszélyforrásokhoz minél előbb igazodjon a katona egyéni felszerelése, a kiképzések tematikája és az élet védelme érdekében az egészségügyi biztosítás is.

Annak érdekében, hogy a fenti állítást igazoljam, tanulmányomban bemutatok egy harcászati feladatok támogatására szolgáló, telemedicinán alapuló egészségügyi modellt, amellyel véleményem szerint a jelenleginél hatékonyabban lehetne az élőerőt megóvni, és döntéstámogató elemként segítheti a harctéri parancsnokot. Bemutatom a digitalizációt mint katalizáló jelenséget, és vázolom fontosságát az egészségügyi fejlesztésekben. Bemutatom továbbá a telemedicinát, valamint kiemelem fontosságát egyes lehetőségeinek demonstrálásával. Végül bemutatom a telemedicinára épülő egészségügyi modellem elméletét és hasznosítási lehetőségeit.

Digitalizáció

Korunkban egy, az ipari forradalom jelenségéhez és fontosságához hasonlítható változás zajlik egyes elektronikus eszközök fejlesztése terén. Világunkban analóg jelek vesznek körbe minket: az autós forgalom haladása mellettünk, a gépkocsik zúgása, dudálásuk, a nap sütése, a szél fújása, a hozzánk beszélő kollégáink vagy éppenséggel a szívünk dobogása – a sort a végtelenségig folytathatnánk. A minket „körül ölelő” környezetünk például fény- és hangingerei vagy hanghatásai, mind-mind komoly és hasznosítható információtartalomú jelenséggé válhatnak, amennyiben egy eszközzel számszerűsítjük őket, azaz digitális módra váltjuk. Megfelelő eszközzel az így képzett adatokhoz hozzáférő személy az adott területen lépéselőnyhöz képes jutni: egy alaphelyzetben nehezen felbecsülhető tényből (például milyen erősen süt a nap) adatot tud képezni. Az adat ugyanis már alkalmas összehasonlításra, tehát, a példát folytatva, a napsugárzás erősségét mérő adatból a személy könnyen levonja a következtetést és el tudja dönteni, hogy az egészsége védelméért szüksége van-e fényvédő krém alkalmazására, vagy sem.

A digitalizáció tehát a minket körülvevő világ ingereinek feldolgozása, hasznosítása és egyértelműsítése, objektív, informatív adatok kinyerése, végső soron döntéstámogatás céljából. Megvalósulása egyenes arányban hozza magával a hatékonyság növelését is, hiszen a személy számára lerövidül az az időszak, amíg a döntéshez szükséges információkat beszerzi, összehasonlítja és értékeli.

A hozzáférhető információk egyre bővülő világában, ahol annyi a minket körülvevő inger, hogy azok összességének azonnali és valós idejű feldolgozása már nem megoldható, megjelentek azok a számítógépek, amelyek bonyolult algoritmusokat alkalmazva életünk és napi tevékenységeink sarokköveiből generált adatokat számunkra hasznosítható információvá tudják konvertálni. Ezt a folyamatot hálózati alapon végzik, akár naplózva is szokásainkat, tevékenységeinket, velünk és egymással is „kommunikálva”. E működési mód kialakulását többek között a biztonságra, a kényelemre és a gyors, akár azonnali információkra törekvő emberi igény generálta.

⁴ GÁCSEI 2008.

A digitalizáció fontossága az egészségügyi fejlesztésekben

Az egészségügyben végrehajtott tevékenységek az egészségtudományi fogalomtár alapján az alábbi kategóriákra oszthatók fel. „Az egészségügyi tevékenység az egészség védelmét, a betegségek megelőzését, a gyógyítást, a fájdalom és a szenvedés csökkentését, az ápolást, a gondozást vagy az egészségügyi rehabilitációt szolgáló tevékenység.”⁵

Ahogy látjuk, a fenti kategorizálás alapján az a cél, hogy az egyénre ható környezeti hatások vagy az egyén életfunkcióinak mérési eredményeit a megfelelő eszközökkel adattá alakíthassuk annak érdekében, hogy az információk első lépésben objektív mérésebe helyezve beazonosíthatók legyenek, majd a megfelelő adekvát beavatkozás – a megelőzés vagy a gyógyulás érdekében – megtörténhessen. Megelőzés esetén a környezet esetleges káros hatásainak, például a foglalkozás-egészségügyi és munkavédelmi megközelítésben az expozíciók felismerése és a megfelelő védőeszköz meghatározása; gyógyítás és rehabilitáció esetén az életfunkciók pontos méréséből a megfelelő terápiás terv meghatározásáig.

A digitalizáció hatalmas lendületet adott az egészségügyi fejlesztéseknek, és a további fejlődéshez is nélkülözhetetlen, hiszen a megfelelő terápia kidolgozásához kiemelt fontosságú, hogy például egy megváltozott életfunkciókkal rendelkező személy esetében a diszfunkcióról, illetve anomáliáról minél pontosabb leképezett adat keletkezzen. Amint ez a célkitűzés teljesül, további lehetséges fejlesztési irányként az adatok megfelelő helyen tárolásával (például felhő), illetve eljuttatásával kell a rendelkezésre álló technikai eszközrendszernek foglalkoznia. Így jutunk el a telemedicinához.

Telemedicina

A telemedicinát – az egyik legáltalánosabb definíciója alapján – olyan strukturált egészségügyi szolgáltatásként lehet jellemezni, ahol az ellátásban részesülő és az ellátást nyújtó személy közvetlenül nem találkozik, a kapcsolat valamilyen távoli adatátviteli rendszeren keresztül jön létre.⁶ A telemedicina definíciójához a kapcsolat lehetséges fajtáinak felsorolása is hozzá tartozik, így megkülönböztethetünk:

1. Távkonzílium/szupervízió, ahol a diagnózis kialakításába, a kezelés menetébe kommunikációs eszközökön keresztül távoli orvos/szakszemélyzet is bevonható.
2. Távdiagnosztika esetében a diagnózis alapját adó vizsgálat végzője és a diagnózis felállítója (a lelet készítője) térben elválik egymástól, de interaktív kapcsolatban vannak.
3. Távfelügyelet/telemonitoring az az eset, amikor az egészségügyi szakszemélyzet jelenlétét a betegnél lévő/őt figyelő jelfogók (detektorok) és jeltovábbítók pótolják.

⁵ Egészségügyi tevékenység. Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár.

⁶ Telemedicina. Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár.

4. Távmanipuláció, amikor a vizsgálatot vagy beavatkozást végző személy távérzékenyekre támaszkodva távolról vezérli (végzi) az interakciót igénylő vizsgálatot (például endoszkópia) vagy beavatkozást (például videóvezérlés mellett robottal vagy távvezérlésre alkalmas eszközzel végzett távmanipuláció).⁷

Az egészségügy fejlődésének a koronavírus-járvány hatalmas lökést adott, hiszen a telemedicina elterjedését kényszerből katalizálta, annak bevezetése és működtetése érdekében több jogszabályt [rendelet minimumfeltételei: 60/2003. (X. 20.) Egészségügyi, Szociális és Családügyi Minisztérium rendelet módosítása, illetve egészségügyi szolgáltatás elszámolása: 9/2012. (II. 28.) Nemzeti Erőforrás Minisztérium rendelet módosítása] is módosítottak.

Az egészségügyi ellátás terén, meghatározott esetekben – a megfelelő szakmai és tárgyi feltételek teljesülése esetén – a megváltozott jogszabályi környezet lehetővé teszi a telemedicinális ellátást, amennyiben az ellátás sajátosságai és orvosszakmai megítélése ezt megengedi. A fenti kijelentés tartalma: internetalapon, valós időben, videókapcsolaton keresztül történő betegellátás, többek között az alábbi kiemelt feladatok területén:

- a beteg egészségi állapotának szakmai megítélése;
- előszűrés végrehajtása távkonzultáció formájában, amelynek célja a személyes találkozón alapuló ellátás szükségességének és az egészségi állapot súlyosságának megítélése;
- diagnózis, terápiás javaslat felállítása távkonzultáció keretében, illetve távmonitoring távdiagnosztikai eszközzel, távkonzílium szervezése;
- telefonos, online vagy más formában megvalósított tanácsadás, konzultáció;
- a beteg állapotának követése és diagnózis felállítása távmonitoring-eszközökkel, valamint egyéb infokommunikációs technológiák révén hozzáférhető információk alapján.⁸

Megállapítható, hogy a járvány okozta fertőzésveszély csökkentése érdekében engedélyezett telemedicinális ellátási lehetőségek – ellenőrzött keretek között – hatékonyan tovább bővítették az egészségügyi ellátás formáit. Előnyként említhető, hogy az ellátásnak e formája sikeresen hidalja át a távolságokat, lehetővé válik, hogy sokkal hatékonyabb időgazdálkodással a beteg részére jóval szélesebb ellátási spektrumot biztosítsunk. Továbbá nem mellékes nyereség, hogy a személyes jelenlét hiányában a rendelések sokkal költséghatékonyabbak, illetve a rendelés ideje és lefolytatása könnyebben átstrukturálható.

A telemedicinális szolgáltatások bővülésével (távmonitorozás, távgyógyítás) adódik a lehetőség és egyben kérdés, hogy ezen funkciók akár veszélyesebb és komplexebb, azaz harctéri körülmények között is kipróbálhatóak-e, ahol az élet megőrzése és védelme miatt még nagyobb a tét.

⁷ FEJES 2016.

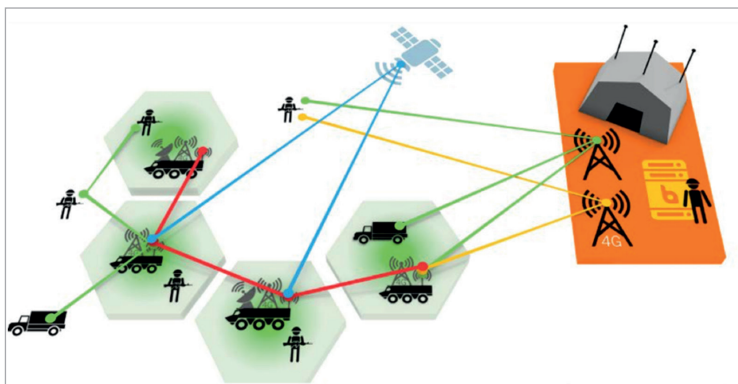
⁸ A kormány kihirdette a távkonzultáció jogszabályi lehetőségeit 2020.

Harctéri telemedicinális egészségügyi támogatás, az egészségügyi vezetési pont

A digitalizációs forradalom hozzásegítette az emberiséget az eddig technikai akadályok miatt meg nem valósított innovációk gyakorlatba ültetéséhez. A védelmi szektorban is új lendületet kapott az egyéni védelem- és képességnövelő eszközök fejlesztése. Elektronikai, felderítő és kommunikációs felszerelések robbanásszerű fejlődése és alkalmazása indult el:

- hálózatalapú személyi információs és kommunikációs eszközök (például testhőmérséklet- és pulzusmérő szenzorok, sisakkamera, GPS [Global Positioning System – Globális Helymeghatározó Rendszer] navigációs eszköz; GSM [Global System for Mobile Communication – globális mobil kommunikációs rendszer]), modem duplex kommunikációs lehetőség hanggal és folyamatos videókapcsolattal is;
- közvetlen döntéstámogató, illetve vezetési rendszerek (tabletalapú, alkaron viselhető, kisméretű kijelző, amely alegysége elhelyezkedéséről térképpel tájékoztatja az alegységparancsnokot [Automatic Soldier Tracking System, ASTS], és folyamatos, valós idejű kapcsolatot biztosít a hadműveleti szinttel).

A Német Szövetségi Védelmi Minisztérium 2020 márciusában napvilágot látott jelentésében⁹ közzétett ábra továbbgondolása ihlette a jelenlegi koncepcióm elméleti hátterét. (1. ábra)



1. ábra: Digitalizációs szárazföldi műveletek (D-LBO)

Forrás: Zweiter Bericht zur Digitalen Transformation des Geschäftsbereichs des Bundesministeriums der Verteidigung 2020: 20.

Miért ne lehetne kidolgozni a fejlett országok fegyveres erőinek harceszközeibe jelenleg integrált, a digitális, hálózatba integrált vezetés eszközeinek képessége egészségügyi

⁹ Zweiter Bericht zur Digitalen Transformation des Geschäftsbereichs des Bundesministeriums der Verteidigung 2020: 20.

vonatkozásainak elméletét is? A következőkben egy ilyen elméleti modell bemutatására teszünk kísérletet.

Jelen korban a modern haderők vonatkozásában harcászati szinten követendő modell lett a kisebb létszámú alegységek (raj-, szakasszint) digitális alapon, akár 4G/LTE/5G hálózatot is igénybe véve, GPS-szel történő vezetése, nyomon követése. Harcászati és hadműveleti szinten is megjelent a valós idejű információáramlás igénye, amelybe beletartozik a katona életfunkcióinak valós idejű monitorozása is. Kóródi Gyulát idézve: „El kell fogadnunk azt az alapvetést, hogy napjaink digitális harcmezéjének legértékesebb szereplője az ember, mert a katona életét pénzben kifejezni nem tudjuk, ellentétben bármilyen technikai eszközzel.”¹⁰

A 2. ábra a katona fiziológiai jellemzőinek figyelemmel kísérésére írt program kijelző képét mutatja be, amely meglepően teljes képet ad a katona harcképességét veszélyeztető biológiai tényezőkről. A monitoron leolvasható a katona testhőmérséklete és hidratáltsága, amely paraméterek szélsőséges időjárású műveleti területen kiemelt fontosságú adatok lehetnek. A program felvilágosítást tud nyújtani a katona anyagcseréjének hatékonyságáról, véroxigénszintjéről, valamint a pulzusszámáról. A monitorról a külső környezet jellemzői (hőmérséklet, páratartalom, szél átlagos és maximális sebessége, napsugárzás intenzitása) egyaránt leolvashatók. A program a katona aktuális kognitív képességeit összesíti (például az előző napi alvás időtartamát is rögzíti), amely a fenti részletezett adatokkal összefüggésben mind-mind befolyásolja az aktuális teljesítményt, azaz a harcképességet. Egyes újabb fejlesztések a folyamatos agyi aktivitás monitorozását és lehetséges integrálását tűzték ki célul a katona rohamsisakjába.¹¹

A *DefenseReview* védelmi-technológiai online hírportál még 2016-ban beszámolt a DryWired Defense cég NanoArmor Advanced Rifle Plates szén nanocső technológiával és védő nanobevonat technológiával készült termékeiről. Mindkettőt a 2016-os *Special Operations Forces Industry Conference* (SOFIC) kiállításon mutatták be. A DryWired Emotiv Insight 5 csatorna/érzékelő és Epc+ 14 csatorna/érzékelő könnyű mobil vezeték nélküli EEG (elektroencefalogram) *brainwear* fejhallgatórendszerek a nagy sebességű, alacsony ellenállású agyhullám monitorozására szolgálnak.

Az eszköz főbb műszaki jellemzői:

- 5 csatorna: AF3, AF4, T7, T8, Pz;
- 2 referencia: In the CMS/DRL zajszűrő konfiguráció.

Jelfelbontás:

- adatátviteli sebesség: csatornánként 128 minta másodpercenként;
- minimális feszültségfelbontás: 0,51µV legkisebb szignifikáns bit;
- frekvenciaválasz: 1–43 Hz.

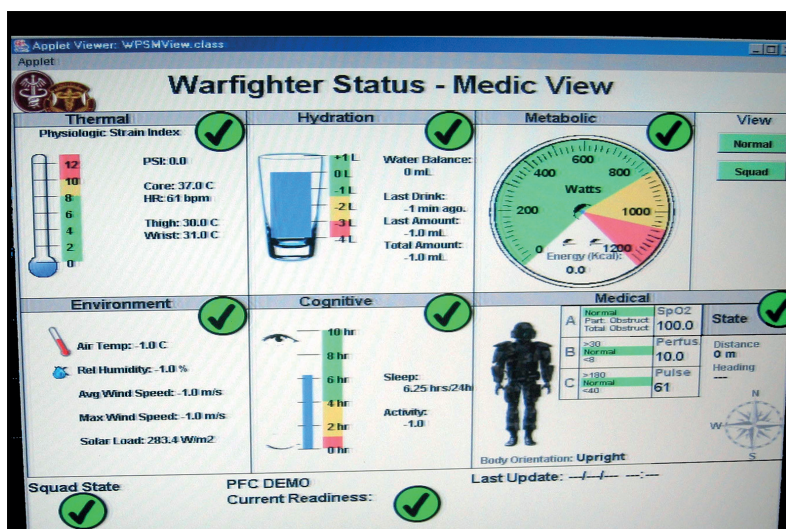
Kapcsolódás:

¹⁰ KÓRÓDI 2016.

¹¹ CRANE 2017.

- Wireless: Bluetooth 4.0 LE;
- szabadalmaztatott, vezeték nélküli 2,4 GHz sáv EMOTIV USB vevőtartozék megvásárlásával, tápegység a nem BTLE-kompatibilis eszközökhöz való csatlakoztatáshoz;
- akkumulátor: Internal Lithium Polymer battery 480 mAh;
- akkumulátor-élettartam: 4 óra minimális üzemidő.

Amennyiben a koncepció beválik, a közeljövőben különböző mintázatok elmentésével egy kiértékelő algoritmus segítségével képesek lehetünk felismerni akár a harcéri sokk mintázatát, vagy akár a koronavírus-fertőzés korai megjelenését is.¹²



2. ábra: A Future Warrior program keretében bemutatott képernyőkép, amelynek segítségével az orvos figyelemmel kísérheti egy katona egészségi állapotát anélkül, hogy fizikailag látná őt

Forrás: www.defense.gov/Multimedia/Photos/igphoto/2001084234/

A katona testén meghatározott helyeken szenzorok érzékelik a környezet hatását, és testműködésének sajátosságait. A szenzorok egyik csoportja a környezet tulajdonságait méri (hőmérséklet, napsütés, páratartalom, hanghatások erőssége stb.), míg a másik csoportjuk a személy testhőmérsékletét, pulzusát, véroxigénszintjét. A testszenzorok alkalmazása napjainkban már nem újdonság, elég csak az okosórákra gondolni, amelyek egyes típusai képesek a fent említett összes jellemző összegyűjtésére, értékelésére és továbbítására (3. ábra).

A szenzorok összegyűjtött adatainak harci körülmények közötti továbbítása a hálózati összekapcsolások igénye miatt kulcskérdés. A közös műveletek sikere érdekében a kiterjesztett vezetés-irányítás, kommunikáció, számítógép, hírszerzés, megfigyelés, felderítés (*command control communications computer intelligence surveillance reconnaissance*,

¹² DING et al. 2021.

C4ISR), hálózatok létrehozása, az egységes (NATO) műveleti helyzetkép (NATO Common Operational Picture, NCOP) előállítása elengedhetetlen. Napjainkban az 5. generációs hálózat (5th generation networks, 5GN) elemeiként műholdas platformokat, kézi rádiótelefonokat, okoseszközöket, használunk, de ezek egyelőre a nagyvárosok földfelszíni mobilkommunikációs szolgáltatási palettáját színesítik. Katonai szempontokból a koherens telekommunikációs hálózatok rendelkezésre állása meghatározó, ezért tervezzük az 5. generációs nem földfelszíni hálózatot (5th generation non-terrestrial networking, 5G NTN) is.

A szenzorok Bluetooth-kapcsolaton keresztül kapcsolódnak az integrált vevőmodulhoz, amely jelen példánkban egy okostelefon. A vezetési pont részére az okostelefon által összegyűjtött adatok elküldésére négy opció áll rendelkezésre:

- elsősorban a Magyar Honvédség tábori vezetési és irányítási (C2) szoftver saját hálózatát használva (a zökkenőmentes működéshez az adatmegosztás, priorizálás és várokozottatás protokolljának kidolgozása szükséges);
- amennyiben a művelet helyszínén működik a helyi mobilszolgáltató 4G/5G hálózata (ebben és az alább a további két opcióban megfelelő titkosítási protokoll használata indokolt);
- telepített mobil WiFi segítségével is lefedhető a beavatkozási helyszín;
- vagy akár a Starlink¹³ segítségével műholdról sugárzott és biztosított kapcsolaton keresztül is történhet adatátvitel.

Fontos kiegészítés, hogy értelemszerűen a fenti adatok hatékony és zökkenőmentes áramoltatásánál megfelelő titkosítás használata nélkülözhetetlen. Ezen rendszerek megjelenésével az elektronikus zavarás elhárításának képessége várhatóan nagymértékben felértékelődik majd.

Az egészségügyi vezetési pont működése

Az egészségügyi vezetési pontot akár 2–5 km-re telepíthetik a bevetés helyszínétől, álcázott, fedett helyszínen, vagy a művelet katonai irányítása részeként helyben is működhet. Az egészségügyi vezetési ponton a bevetésen lévő raj- vagy szakaszszintű kötelék katonáinak egészségügyi jellemzőit monitorokon jelenítik meg. Az egészségügyi vezetési pont harcértéke 1 + 2 fő opcionálisan, akik sebesülés esetén azonnal bevetethetők a kiűrités támogatására. Egy fő a feladat jellegéhez igazított egészségügyi végzettséggel rendelkező személy, aki felelős az adatok folyamatos értékeléséért. Amennyiben a szakszemélyzet a feladat végrehajtása során a bevetésen részt vevő katonák fiziológiai jellemzőiben bármilyen anomáliát állapít meg (például sebesülés, mintázateltérés az EEG-n), azt

¹³ A Starlink műholdprojekt a SpaceX űripari cég projektje, amelyet a globális internetszolgáltatás érdekében indított el Elon Musk vállalata. Az alacsony vagy közepes Föld körüli pályán keringő műholdak segítségével körülbelül 4 milliárd ember számára valósulhat meg internetszolgáltatás. [Megjegyzés – M. M. P.]

a harctéri parancsnok részére döntéstámogató céllal, a megfelelő javaslattal kiegészítve azonnal jelentheti.



3. ábra: Az egészségügyi vezetési pont adatáramlási sémája

Forrás: a szerző szerkesztése

További harctéri telemedicinális ellátást támogató megoldások

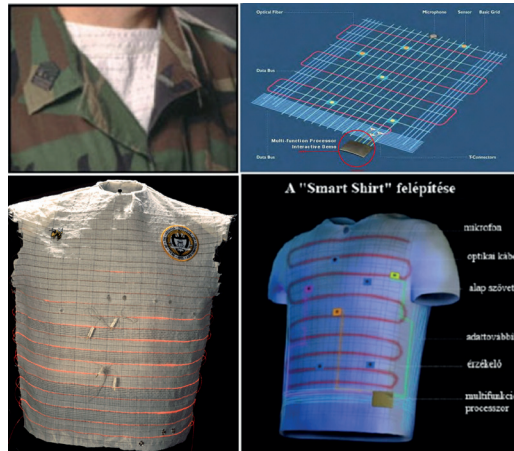
A teljesség igénye nélkül, az alább bemutatandó három eszköznél igyekeztem összeválogatni azokat, amelyek mind eredetiségükben, mind kreativitásban egytől egyig kiemelkedők. Közös bennük, hogy egyiket sem rendszeresítették még a világ egyetlen hadseregében sem, illetve hogy egyikük sem a fent bemutatott modellem része.

Smart Shirt

Kóródi Gyula az eszköz működési elvét és funkcióját értekezésében¹⁴ kiválóan bemutatja. Az élettani mutatók valós idejű, vezeték nélküli követése megteremti a lehetőséget, hogy az egészségügyi biztosítást kiterjesszük a harcoló alegységekig. Az egyik legígéretesebb fejlesztési irányt a *Smart Shirt* rendszer képviseli, amely egyetlen pólóban integrálja az érzékelőket és az adatgyűjtőt. Tulajdonképpen a testen elhelyezhető szenzorok kompaktabb, de lényegesen komplexebb megjelenési formája. Az eszköz képes a katona főbb fiziológiai értékeinek mérésére és továbbítására. A koncepció érdekessége, hogy: „A katona hátoldalán elhelyezett érzékelőkkel lehetővé válik a lövedék-bechapódás detektálása. A rendszer rendkívül érzékeny: az akusztikus jel alapján a repesz és golyó okozta sérülés is elkülöníthető, sőt a sérült testtáj is beazonosítható.”¹⁵ Amennyiben a katonán elhelyeztek GPS-t is, működő adattovábbítás esetében a műveletet irányító parancsnokság a trauma pillanatában hasznos információkhoz jut a sérülés tényéről és elhelyezkedéséről, továbbá az egészségügyi kiürítés (*medical evacuation*, MEDEVAC) indításához közölni tudja a katona pontos elhelyezkedését a harctéren. A koncepció az ezredforduló óta nem hallat magáról (!), így az ígéretes kezdeményezés ellenére, megvalósulására igen kevés esélyt látok.

¹⁴ KÓRÓDI 2006.

¹⁵ KÓRÓDI 2006.



4. ábra: Smart Shirt

Forrás: KÓRÓDI 2006.

Sisakkamera mikrofonnal a harctéri sebesült ellátásánál (hands-free system)¹⁶

Ez a kiegészítő eszköz kizárólag a műveleti egészségügyi ellátást végző állomány felszereléséhez fog tartozni. Részben az utólagos harctéri dokumentációt helyettesítő/segitő céllal alkották meg az Egyesült Államok haderejében, de lényegesen több potenciál rejlik benne. Online kapcsolatban a telemedicina távkonzíliaum funkcióját használva a harctéri egészségügyi beavatkozás „szupervízióval” hajtható végre, redukálva ezzel az esetleg hibázások számát, illetve külön erre a célra kifejlesztett és ráépített képzéssel, a sebesültellátást végző egészségügyi katona eseti jelleggel képessé válhat kompetenciaszintjét meghaladó életmentő egészségügyi beavatkozások elvégzésére a helyszínen, amennyiben a telemedicinális segítség ezt jóváhagyja, és pontos instrukciókkal a beavatkozást végig segíteni tudja. Az eszközrendszer csapatpróbája az Egyesült Államok haderejében zajlik, a kezdeti tapasztalatok alapján a harctéri zaj hatékonyabb szűrésére további mérnöki megoldások szükségesek. Ezen felül megfogalmazódott az az igény, hogy a kommunikáció során a kritikus információ átadására ki kell dolgozni egy módszert. Ez tovább erősíti azt a feltételezést, hogy az eszköz hatékony használatához kulcsfontosságú a megfelelő technikai háttér és felkészítettség, illetve kiképzés.

TRACIR-projekt¹⁷

A bemutatandó harctéri telemedicinális megoldások közül a TRACIR (*trauma care in a rucksack*, szabadfordításban: sérülést ellátó hátizsák) képviseli a jövőt, előreláthatóan

¹⁶ PANZINO 2017.

¹⁷ Trauma Care in a Rucksack 2019.

2028-ban fogják a végleges terméket bemutatni, és előreláthatólag ekkor veszi kezdetét az amerikai hadsereg általi csapatpróba.

Az eszköz megtervezésének ötletét valós harctéri ellátási tapasztalatokkal indokolták. A harctéri ellátás során is létezik az „aranyóra” kifejezés, amely a sérültnél azt a sérülést követő kritikus egy órát jelenti, amelyen belül, ha megfelelő szintű kórházi ellátáshoz jut, kimutathatóan megnő a túlélési, illetve felépülési esélye. A TRACIR egy hátizsákban lévő speciális, autonóm egészségügyi ellátórendszer, amely egy teljes testet átfogó hordágyból és egy robotkarból áll, amelyet tanulni képes algoritmussal rendelkező mesterséges intelligencia vezérel. A hordágyon elhelyezkedő szenzorok képesek lesznek a sérült katona főbb fiziológiai jellemzőit meghatározni. A rendszert úgy tervezték, hogy a sérült helyének, súlyosságának és jellegének függvényében egyes beavatkozásokat a gép önállóan is végre tudjon hajtani. A tervek szerint az eszközt véráramba történő gyógyszer adagolására is alkalmassá teszik.

A projektet nemcsak a haderő tudná használni, hanem a nehezen megközelíthető terepen feladatot végrehajtó civil mentők is. A tervezésnél külön szempont az eszköz szállíthatósága. Az eszközt alkalmassá akarják tenni, hogy extrém esetben drón szállítsa a helyszínre.

Összegzés

Az egészségügyi nézőpontból meghatározható és teljesítendő alapelveket – amelyek illeszkednek a nemzetközi haderő-modernizálási trendekhez – összefoglalva megállapítható:

- az egészségügyi biztosítás és monitorozás legyen folyamatos (online), párhuzamos része az aktuális műveletnek;
- a katona felszerelésébe épített online monitorozó rendszer legyen része a harcászati döntési mechanizmusnak (például amennyiben az online egészségügyi élettani mutatók a katona harcképességét negatívan befolyásoló tényezőket jeleznek [harctéri sokk, sebesülés stb.] legyen lehetőség egy azonnali adekvát beavatkozásra);
- az ellátás hatékonyabbá tétele érdekében, a katona személyi felszerelésébe legyen integrálva meghatározott egészségügyi azonosítási (például személyi igazolójegy)¹⁸ és ellátási eszközrendszerek.

A nem is távoli jövőben előtérbe kerülnek a hálózatokba kötött vezetési, egészségügyi, katasztrófavédelmi rendszerek. A civil életben akár egy közlekedési balesetnél, akár katonai alkalmazásnál a harctéren a legrövidebb válaszidő és valós idejű információbirtoklás a kulcs ahhoz, hogy a beleset sérültje vagy a harctéri sebesült túlélje a traumát. A digitalizáció és a telemedicina fejlettsége eljutott arra a szintre, hogy a szakemberek további egyéni életvédő és -mentő eszközöket és rendszereket fejlesszenek ki. A mai

¹⁸ MATUSZ 2018.

kor katonája is csak akkor tekinthető korszerűnek, ha hálózatra integrált, egyéni „okos” felszerelésrendszerrel rendelkezik.

A hibrid hadviselés vagy az aszimmetrikus háborúk közös jellemzője, hogy a hadszíntér és az erőviszonyok alakulása folyamatosan változik, valamint sok esetben kiszámíthatatlan. Nyilvánvaló, hogy az egészségügyi biztosításnak is képesnek kell lennie a folyamatos változáshoz igazodni annak érdekében, hogy adott esetben a katona életét megmenteni képes lehető legjobb döntés születtesse. Mivel sérülés esetén az elsődleges kulcs tényező az időfaktor, illetve az aktuális sérült katona valós idejű monitorozásának képessége, a felvázolt koncepcióval hatékonyan javítható a túlélési esély. A modellem további célja a katona egészségvédelmének fokozása, amely magában foglalja a külső környezeti tényezők okozta esetleges negatív befolyások időben történő észlelését, illetve preventív módon megközelítve a katona szervezetében zajló fiziológiai folyamatok megfigyelését is. A rendszer működése hozzájárulhat és segítheti akár a korai diagnosztikus munkát is, továbbá segítséget nyújthat a harcéri parancsnok döntésének támogatásában.

Zárásként megállapíthatjuk, hogy a katona jövőbeli felszerelésrendszereinek megtervezéséhez első lépésként nézőpontváltás szükséges. A jelenleg elérhető digitalizáció generálta vívmányok – köztük a telemedicinális eszközök is – nélkülözhetetlenek a jövő harcainak sikeres megvívásához. A digitális átállás az egészségügy majd minden területét érintő, jelenleg már zajló folyamat, amely szükségessé teszi a Magyar Honvédség egészségügyi szolgálata számára is egy digitális stratégiai koncepció kidolgozásának mielőbbi megkezdését. El kell fogadnunk, hogy sok esetben az ember felfogó- és feldolgozóképesége a legnagyobb gát, hogy a minket körülvevő információtengerből hatékony és jó döntést hozzon. A digitalizációs vívmányok azonban hatékonyan megváltoztatják az emberek információkezelési képességét így helyzeti előnyt biztosítva számos területen.

Felhasznált irodalom

- A kormány kihirdette a távkonzultáció jogszabályi lehetőségeit (2020). Webbeteg.hu, 2020. április 30. Online: www.webbeteg.hu/cikkek/egeszsegugy/25087/telemedicina-rendelet
- CRANE, David (2017): DryWired Emotiv Insight 5-Channel/Sensor and Epoc+ 14-Channel/Sensor Lightweight Mobile Wireless EEG (Electroencephalogram) ‘Brainwear’ Headset Systems for High-Speed, Low-Drage Brain Wave Monitoring: Can They be Integrated with a Military Ballistic Combat Helmet? *Defensereview*, 2017. november 6. Online: <https://bit.ly/3IukrAC>
- DING, Xiaorong et al. (2021): Wearable Sensing and Telehealth Technology with Potential Applications in the Coronavirus Pandemic. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 14, 48–70. Online: <https://doi.org/10.1109/RBME.2020.2992938>
- Egészségügyi tevékenység. Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár. Online: https://fogalomtar.aEEK.hu/index.php/Egészségügyi_tevékenység
- FEJES Zsolt (2016): Új lehetőség a védelem-egészségügyi ellátásban: Telemedicina. *Hadmérnök*, 11(1), 233–239. Online: http://hadmernok.hu/161_22_fejeszs.pdf
- GÁCSE Zoltán (2008): *A katona harci képességét növelő korszerű, hálózatra integrált egyéni felszerelésrendszerének kialakítási lehetőségei a Magyar Honvédségben*. Budapest:

- Nemzeti Közzolgálati Egyetem. Online: <https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/12102/ertekezes.pdf?sequence=1>
- KISS Álmos Péter (2019): A hibrid hadviselés természetrajza. *Honvédségi Szemle*, 147(4), 17–37. Online: <http://real.mtak.hu/id/eprint/125219>
- KÓRÓDI Gyula (2006): A digitális katona személyi védelme a honvédorvos szemszögéből. In *Robothadviselés 6. tudományos szakmai konferencia*. Budapest, 2006. november 22. Online: http://hadmernok.hu/kulonszamok/robothadviseles6/korodi_rw6.html
- KÓRÓDI Gyula (2016): A védelmi szektorban szolgálók extrém fizikai terhelés utáni regenerációjának javítása mágnessterápiával. *Hadmérnök*, 11(2), 224–231. Online: http://hadmernok.hu/162_21_korodi.pdf
- MATUSZ Márk (2018): A Személyi igazolójegy („Dögcédula”) fejlesztési lehetőségei a telemedicina vonatkozásában. *Hadmérnök*, 13(4), 370–380. Online: <https://folyoirat.ludovika.hu/index.php/hadmernok/article/view/3707/2989>
- PANZINO, Charlsy (2017): Device Would Help Combat Medics Document Treatment in the Field. *ArmyTimes*, 2017. december 18. Online: www.armytimes.com/news/2017/12/18/device-would-help-combat-medics-document-treatment-in-the-field/
- RESPERGER István (2014): Kis háborúk nagy hatással. In RESPERGER István – KISS Álmos Péter – SOMKÚTI Bálint (2014): *Aszimmetrikus hadviselés a modern korban*. Budapest: Zrínyi. 13–47.
- Telemedicina*. Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) Egészségtudományi Fogalomtár. Online: <https://fogalomtar.aEEK.hu/index.php/Telemedicina>
- Trauma Care in a Rucksack* 2019). Pittsburgh: University of Pittsburgh. Online: www.pitt.edu/pittwire/features-articles/trauma-care-rucksack
- Zweiter Bericht zur Digitalen Transformation des Geschäftsbereichs des Bundesministeriums der Verteidigung* (2020). Berlin: Bundesministerium der Verteidigung. Online: www.bmvg.de/resource/blob/258260/cc60ba7e2570976df105baf97080fe45/20200312-download-zweiter-bericht-digitale-transformation-data.pdf p.20