

Földi Ferenc

GONDOLATOK
A HASZNÁLHATÓSÁGRÓL
a kézi lőfegyverekkel vívott tűzharc szemszögéből
különös tekintettel a mesterlövészek tűzharcára

A mesterlövész szakmában a **használhatóság** képessége annak kifejeződése, hogy a **mesterlövész** – mint a mesterlövész harc **R_m** elemi eszközrendszerének (a továbbiakban: **R_m**) humán tényezője – milyen minőséggel kapcsolódik ugyanennek az elemi eszközrendszernek az **R_{fm}** **puska** és **lövedék**¹ alkotta részrendszerét (a továbbiakban: **R_{fm}**) képező műszaki tényezőjéhez.

Az **R_m** és a célobjektum viszonya az **R_m** két kimeneti képességével jellemezhető, a **pontossággal** és a **hatásossággal**. Az első az a képesség, hogy eltalálja-e a célobjektumot, a második az a képesség, hogy az eltalált célobjektumnak átad-e olyan mértékű **károsító energiát**, amely hatására azt olyan trauma éri, ami biztosan elegendő a harcból való elegendő idejű, vagy végleges kiiktatásához.

Mind a humán, mind a műszaki tényezőnek megvan az **R_m** eredő két kimeneti képességét megalapozó saját *pontosság* és *hatásosság* képessége (ez utóbbi azonban alapvetően az **R_{fm}** képességeivel azonos, a humán tényező ezt befolyásolni nem tudja). A *használhatóság* képessége tehát az az **R_m** belső képesség, amely megszabja, hogy az **R_{fm}** pontosság képességét a humán tényező milyen mértékben képes saját *pontosság* képességével érvényesíteni. A legfontosabb megállapítás, hogy a műszaki tényező e képességét a humán tényező csak **rontani** képes, **javítani nem** (egyes egyedi, véletlennek tekintendő eseteket kivéve).

A *mesterlövész* az **R_{fm}** részrendszer elemének, a mesterlövész *puskának* erre a célra megalkotott technikai egységein keresztül gyakorol hatást a *puskára*, illetve általában a *puska* is ezen az egységeken keresztül gyakorol – a lövésfolyamatból keletkező – visszahatást a *mesterlövészre*. A *használhatóság* képessége tehát nem más, mint a humán tényező idomulási képessége a műszaki tényező technikailag beépített (bár általában a térben állítható) illeszkedési elemeihez.

¹ gyakorlatilag a töltény, bár a kül-, és célballisztikai folyamatokban csak a lövedék szerepe a fontos.

Az \mathbf{R}_m funkcióanalízisét elvégezve megállapítottam:

- a humán tényezőjének az a funkciója, hogy a fegyvercsövet abba a térbeli helyzetbe állítsa, amellyel a *puska lövedékének* kezdeti (torkolati) sebessége által meghatározott $[\vec{v}_0]$ sebességvektor olyan térbeli helyzetbe kerül, hogy az ezzel a vektorral röppályára állított *lövedék* biztosan a célobjektumba, vagy annak kitüntetett felületrészébe csapódjon, és a cél harcképtelenné tételéhez szükséges trauma előidézésére elégséges *károsító energiát* adjon át annak, ami szubjektív képességeket igényel;
- a *puska* funkciója az, hogy a mesterlövész akaratának megfelelő $[\vec{v}_0]$ vektormennyiséggel valóban elindítsa a *lövedéket*, ami a puskába beépített technikai képességet jelent;
- a *lövedéké* funkciója, hogy ebből a vektoriális irányból kiinduló és a célobjektumig tartó röppályát a lehető legkisebb eltéréssel bejárja, ami szintén beépített technikai képesség.

Az \mathbf{R}_{fm} elemeibe külön-külön beépített technikai képességek hibátlan (inkább: legjobb hatásfokú) összeillesztésével (a megfelelő puskához a legjobban hozzáillő töltény választása) optimális \mathbf{R}_{fm} *pontosság* és *hatásosság* eredő képesség érhető el, amelyet, mint már leírtam, a humán tényező csak rontani fog. Annak érdekében, hogy a *pontosság* képességben a romlás mértéke ne legyen számottevő tulajdonképpen két út mutatkozik a humán és a technikai tényező összeillesztéséhez:

- 1) adott mesterlövészhez a legjobban idomuló \mathbf{R}_{fm} -et kell választani;
- 2) adott \mathbf{R}_{fm} -hez a legjobban hozzásimulni képes humán tényezőt kell választani

A mindennapi megvalósulásban a 2) út választása a jellemző (főleg mert ez az olcsóbb megoldás), de a technikai tényezőt tudni kell térben állítható illeszkedő felületekkel a humán tényezőhöz hozzászabályozni.

A *mesterlövész* és az \mathbf{R}_{fm} egymáshoz illesztésének alapelve, hogy sem a harci tevékenység (kiemelten: az \mathbf{R}_{fm} szállítása, a célzási és lövésfolyamat) nem okozhat a humán tényezőnek olyan megterhelést, hogy ne legyen alkalmas a lövésfolyamat eredményes elvégzésére és korlátozott számú megismétlésére.

A felsorolt folyamatok részletes elemzésével lehet eljutni a humán és technikai tényező egymással szembeni igényeinek meghatározásához és a követelmények megadásához.

A folyamatok vizsgálata

A szállítás során

Követelmény: A humán tényezőnek saját R_{fm} -ét és annak kiegészítő felszereléseit (saját előírt felszereléseit mellett) minden, ember által járható terepviszonyok között folyamatosan, nagyobb távolságra is tudni kell elszállítani és harchelyzetbe állítani.

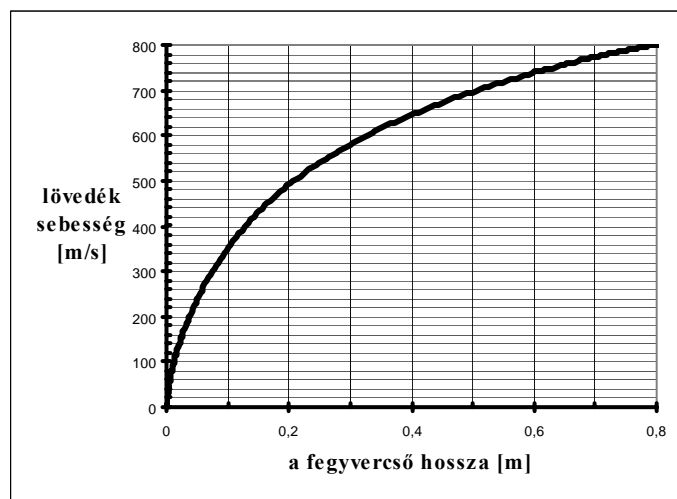
Ez a követelmény a mesterlövésztől, megfelelő fizikai kondíciót, kitartást és tűrőképességet követel meg.

A szállíthatóság (és természetesen a harcászati mozgékonyosság) kérdéskörében az R_{fm} , ezen belül is alapvetően a *puska* tömege a meghatározó, amely nem lehet magasabb egy küszöbértéknél, ugyanakkor a tömeg minimalizálásánál figyelembe kell venni a lövés impulzusából származó, a mesterlövészre hátraható energiát (erről részletesebben a lövésfolyamatnál). Mindjárt megállapítható tehát, hogy a harcászati mozgékonyosság és a hátrahatás egymással kibékíthetetlen ellentétben vannak, amelyet csak egy igen szűk tömegérték sávban lehet feloldani. Az egy javadalmazás tölténymennyiség tömege mesterlövésznél nem növeli lényegesen az R_{fm} tömegét, főleg a puskába betárazott viszonylag kevés töltény miatt. A tartalék töltények elhelyezése viszont nem köthető szorosan az R_{fm} -hez (inkább a derékövön, vagy harci mellényben szállítják azokat), illetve a szükséges tölténymennyiség is lényegesen kisebb, mint egy lövészkatonára esetében.

A hordozható *puskatömeg* kérdéskörében lényeges azoknak a szerkezeti elemeknek a vizsgálata, amelyek a *puska* hordozására szolgálnak. A háton, vagy vállon való hordozáshoz manapság elengedhetetlen a hátizsák-, vagy az „Y”-heveder alkalmazása, amely menet közben teljes mértékben tehermentesíti a *mesterlövész* kezeit, ugyanakkor viszonylag rövid reakcióidőt igényel a *puska* tűzkésszé tétele (mint ahogy az a biatlon sportban is megfigyelhető). Ezek a hevederek megfelelő

nagy felülettel és párnázással csökkentik a mesterlövész vállának a fajlagos terhelését, további rögzítő hevederekkel stabilizálják annak testén a fegyvert, még bonyolult mozgás, vagy futás közben is. A *puska* kézi hordozásra kialakított elemeinek (fogantyú, markolatok) minősége ugyancsak befolyásolja a harcászati mozgékonyt, amellet, hogy egy rosszul kialakított markolat, vagy fogantyú miatt leejtett *puska* esetleges károsodása teljesen megengedhetetlen. A kézbe simuló elemek (bár egyen-méretű kezek nem léteznek) fogásbiztos felületkialakítása jelentősen növeli a harci mozgás biztonságát. Lényeges a megfogás(ok) és az R_{fm} tömegközéppontjának a térbeli viszonya, mert harci menet közben egy lelógó fegyvercsővel való talaj-„kanalazás” ebben a szakmában felér egy öngyilkossággal.

Az R_{fm} geometriai méretei közül a harcászati mozgékonyt a leginkább a *puska* hossza befolyásolja. Magától értetődik, hogy minél hosszabb a *puska*, annál jobban fogja a mozgásban akadályozni a humán tényezőt. A *puska* hosszát viszont alapvetően a fegyvercső hossza határozza meg. A hagyományos felépítésű *puska* fegyverszerkezet hosszának csökkentését csak a fegyvercső hosszának rövidítésével lehet elérni. Ez azonban nemigen járható út, hacsak nem fogadjuk el az R_m hatásosság képesség csökkenését. A fegyvercső hossza meghatározza a lövedék v_0 torkolati sebességének nagyságát az **1. ábrán** bemutatott jelleg szerint:



1. ábra: a lövedéksebesség alakulása a fegyvercső hosszúságának függvényében
a lövedéksebesség viszont a lövedék E_0 torkolati energiáját, az:

$$E_0 = \frac{m_1 \times v_0^2}{2} \quad [J] \quad [1]$$

képlet szerint, amely energia, mint tudjuk alapja a károsító energiának. Az **1. ábrából** leolvasható, hogy pl. a fegyvercső 25%-os rövidítése a v_0 -t mintegy 8%-kal, ebből az E_0 -t legalább 15%-kal csökkenti ebben a belballisztikai tartományban. Az energiatermelő folyamat (amely eredménye a $[\vec{v}_0]$ vektormennyiség) a fegyvercső furatában játszódik le, emiatt a modern tűzfegyvereket belső égésű erőgépeknek kell tekinteni. A fegyvercső furatának, mint az erőgép hengerének a hossza² határozza meg a lövedék (tulajdonképpen egy szabad dugattyú) torkolati sebességét (természetesen azonos fegyver és tölténykonstrukció esetében), azaz a munkavégző képességet. A *puska* hosszának és a fegyvercső hosszának arányában fejeződik ki, hogy a fegyver hosszához képest milyen geometriai méretben történik a tényleges energiatermelés, tehát az hogy ezt a képességet a fegyverszerkezet hosszának milyen arányában lehet kihasználni. Erre használható az η_{kf} viszonyszám, amely a energiatermelés szempontjából a fegyverszerkezet **kihasználtsági fokának** tekinthető:

$$\eta_{kf} = \frac{\text{fegyvercső hossza}}{\text{fegyver hossza}} \times 100 \quad [\%] \quad [1]$$

Ez a viszonyszám soha nem érheti el az 100% értéket, mert a fegyvercső furatot egy szerkezeti elemmel (hengerfej) gáztömören le kell zárni és ennek az elemnek szilárdságilag meghatározott térbeli kiterjedése van. Egy hagyományos felépítésű *puska* η_{kf} mutatója **55-65%**, míg a bull-pup felépítésű, 7,62x51 NATO kaliberű *Szép típusú M1 puskának* ez az értéke **73%**, ami ebben az esetben egy extrém 780 mm-es csőhossz mellett is csak 1 m-nél alig nagyobb *puskahosszat* ad.

A célzás során

Követelmény: a humán tényezőnek az adott tüzelőállásból képesnek kell lennie az R_{fm} térbeli helyzetét (azon keresztül a lövedék kezdősebesség $[\vec{v}_0]$ vektoráét) olyan pontossággal beállítania, hogy a lövedék ebből eredő röppályája bizonyosan messe a célobjektum hatásosan támadható felületét.

² Ténylegesen a lövedék fenekétől (tűzfront) a csőtorkolatig mért hossz, de közelítő számításokhoz megfelel a huzagolt csőhossz, vagy a teljes csőhossz is, csak mindig azonos jellegű hosszat kell használni a számításhoz.

A folyamat leírása során jó közelítéssel ki lehet jelteni, hogy a fegyvercső furat hossz tengelyének és a $[\vec{v}_0]$ sebességvektornak a térbeli helyzete szoros kapcsolatban áll egymással, az utóbbit az előbbi határozza meg. A célzás tehát nem más, minthogy a *mesterlövész* a csőfurat tengelyét az \mathbf{R}_{fm} irányzék célzójelének mozgatásával olyan térbeli helyzetbe állítja, hogy az így meghatározott $[\vec{v}_0]$ sebességvektor térbeli helyzete biztosítsa a lövedéknek arra a röppályára kényszerítését, amely metszi a célt és lehetőleg a célzási pontban halad át azon. Ebből következik, hogy a *pontoság* képesség szempontjából messze az az időszak a legkritikusabb, amely a korrekt célra tartás kidolgozásától, a lövedéknek az átmeneti ballisztika tartományából való kirepüléséig (amíg elhagyja a fegyvercső torkolatán túl a gázutóhatások zónáját) tart. Ezalatt ugyanis megváltozhat a fegyvercső tengelyének a térbeli helyzete és ezzel a $[\vec{v}_0]$ sebességvektore is.

Ez a követelmény a humán tényezőtől mindazt megköveteli, amit a mesterlövésznek adnia kell magából, az **ölés képességétől**, a rátermettségen keresztül, a szakmai tudásig és felkészültségig. Bármennyire is visszatetsző egyesek szemében, mégis nyomatékosan ki kell jelentenem, hogy az első képesség hiányában a többi – bármilyen magasrendű – képesség is értelmét veszti ebben a szakmában, mert pont a kritikus pillanatban bénítja meg a *mesterlövészt* és zülleszt le lőtérhajnokká. Az ebből a bénultságból a *mesterlövészre* magára, vagy az általa védelmezett csoportra háruló katasztrófa elemzése már nem e tanulmány feladata.

A követelmény teljesítéséhez a *mesterlövésznek* már **célzóműszerre** van szüksége. Ez a speciális célzó távcsőtől a ballisztikai löelemképzőig bármilyen műszaki megoldás lehet, nyílt irányzék azonban csak szükségmegoldásként, főleg önvédelmi közelharcra jöhet szóba az optikai rendszer kiesésekor. A *célzóműszer* az \mathbf{R}_{fm} része és a *puska* nélkülözhetetlen kiegészítője. A *puskával* való kapcsolatában a szilárdság alapvető követelmény. Még a lövésfolyamat során fellépő erőhatásokra sem változhat meg a *célzóműszer irányzóvonalának* (illetve az azt meghatározó **irányzójelnek**) a célzás során a fegyvercső furat hossz tengelyéhez képest beállított térbeli helyzete.

A célzás folyamata három lépésből áll, melyekben a *célzóműszer* szerepe más és más:

- a cél felderítése; a *célműszer*nek nagy látómezőt kell biztosítani, mert szűk, erősen nagyított látómezővel a célobjektum egyszerűen nem található meg a legtöbbször zavaros képet nyújtó harcterületen;
- a cél azonosítása; a feltételezett célra irányzott *célműszer*nek nagy nagyítással és felbontóképességgel kell megmutatni a cél képét, hogy a mesterlövész biztosan azonosíthassa azt³.
- a cél megirányzása; a célobjektum megirányzásához olyan (optimális) nagyítás szükséges, amely biztosítja ugyan a cél jól láthatóságát, de még nem okoz járulékos (pl.: remegés, a légköri anomáliák túlnagyítása, stb.) képhibát. Ebben a folyamatrészben kell beállítani a biztos találathoz szükséges magassági-, és oldalszög szerinti löelemeket, a céltávolság, a meteorológiai tényezők és a lövedék küllballisztikai jellemzői alapján, azaz a *célműszer* optikai *irányzójelét* kell a célzáshoz megfelelően elhelyezni a látómezőben. Az *irányzójel* állításának képessége, azaz *irányzóvonal* és a fegyvercső furat hossz tengelye által bezárt és a lőtávolság és a küllballisztikai tényezők függvényében beállított szög előállítás, a *célműszer* alapképessége kell legyen. A beszabályozásra és a célzáshoz szükséges magassági-, és oldalbeállítási osztások (lőszögek) mértéke legyen összhangban az R_m pontosság képességével (a **00-00,1** osztás nem túlzó igény, **0,34 MOA**-t jelent). Hiába jó az R_m pontosság képessége, ha például a beszabályozási, vagy löszög beállítási osztásköz túl durva: **00-00,2** mértékű beszabályozási osztásköz esetében az irányzójel egy „kattanásra” is kilép az **0,34 MOA** pontosságú találati képből, azaz a finomállítás lehetetlenné válik. A beszabályozás és a löszög értékek beállítása nem igényelhet indokolatlanul magas képzettséget. A *célműszer* löszög állítási képessége terjedjen ki az R_m pontosság képességének céltávolságban mért határáig. A *célműszer* nagyításának, illetve a nagyítás fokozatmentes állíthatóságának kérdésköre is meglehetősen bonyolult. Az optika tudományának tanítása szerint a nagyítás növelésével a látómező egyre szűkül, és ez nagyon megnehezíti a célterület

³ A célazonosítás elmulasztása, vagy hanyag elvégzése miatt *célnek nem minősíthető* személy leterítése kimeríti a *foglalkozáskörében elkövetett gondatlan emberölés* büntetének jogi fogalmát, ezért a hadijog sem tolerálja az efféle hanyagságot.

folyamatos figyelemmel kísérését. Az állítható nagyítású (zoomos) műszerekkel szemben viszont alapkövetelmény, hogy a nagyítás változtatásával a látómezőhöz képest ne mozduljon el az *irányzójel* helyzete. A maximális nagyítás-lehetőség megválasztásakor figyelembe kell venni, hogy kézből, feltámasztás nélkül végrehajtott lövés esetén már 12x nagyítás is kezelhetetlen, feltámasztott fegyvernél is az emberi szervezet minden deformációval járó folyamata (pl.: szívverés) hatására a látómezőben lévő kép remegni, ugrálni fog („látszik a szívdobogás”). Az R_m pontosság képességéből adódó találati képnél szűkebb látómezőt adó nagyítás használata botorság, a ma divatos 50-60x nagyítású műszerek a lőtérbajnokságokra valók. Mindenképpen olyan műszert kell választani, ahol a parallaxis hiba minden céltávolságon kiküszöbölhető. Az *irányzójel* vastagsága, formája és mérete többnyire ízlés kérdése, de a túl vastag jel kitakarhatja a cél képét, a túl bonyolult, kombinált viszont megakadályozhatja a gyors célzást. Teljesen felesleges minden információt a látómezőben elhelyezni, és felesleges az is, hogy a *mesterlövész* ezek csodálatába feledkezzen bele. A műszer felbontóképessége döntő a célfelderítésben, és nem engedhető meg a látómező szélén torzulás sem. A műszer tárgylencsájének, vagy magának a műszernek csillogásmentesnek kell lennie. Ajánlatos a szemlencse fokozatmentes állíthatóságát is biztosítani egy szűkebb (+/-) dioptriasávban.

A *célműszer* elhelyezésénél két követelmény érvényesítendő. A műszer *irányzóvonala* a fegyvercső furat hossz tengelyének a függőleges síkjába essen, az oldalirányzóval végzendő szükséges (pl.: oldalgás, stabil oldalszél, stb. miatti) helyesbítés esetét kivéve. Az *irányzóvonal* magasságát a fegyvercső furat tengelyétől nem lehet olyan magasra emelni, hogy feleslegesen nagy célt adjon a *mesterlövész* az ellenség számára, ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy optikai műszerrel való célzáshoz elengedhetetlen, hogy az optikai *irányzóvonal* áthaladjon a lövő szemének látóidegén, tehát az *irányzóvonal* nem kerülhet túl közel a *puskához* sem és nem kényszerítheti a humán tényezőt olyan kényelmetlen fejtartásba, amely akadályozná a pontos célzásban. A probléma korrekt megoldására oldalban és magasságban fokozatmentesen állítható és megfelelő szilárdsággal rögzíthető arctámaszt kell a

puskára biztosítani, és amelynek anyaga nem irritálja a mesterlövész bőrét. Az R_m éjszakai, vagy rossz látási viszonyok közötti alkalmazás képességét biztosítani kell. A *célműszer* szerkezete álljon ellent a környezeti (hő, pára, stb.) hatásoknak és a lövésből eredő gyorsulásnak. A nagytávolságú cél eltalálásához szükséges pontosságú célzáshoz elengedhetetlen a céltávolság ismerete néhány méteres eltéréssel. Erre mindenképpen távmérő műszer alkalmazása elengedhetetlen. Ugyancsak szükséges a meteorológiai adatok ismerete legalább a tüzelőállásban, de nem kizárt, hogy a teljes röppálya mentén is. Mindezekhez is műszer szükségeltetik. Ha ezek a műszerek nem eléggé miniatürizáltak, illetve kezelésük nem a végletekig leegyszerűsített, illetve a kiszámított beállítási adatok elektronikusan nem állítják be közvetlenül a *célzójelet*, célszerűbb az R_m -et egy olyan segéderővel kiegészíteni, aki a beállítandó értékeket a műszerek adatai alapján kidolgozza, és azokat szóban közli. Az ilyen kétfős harci csoport teljesen elterjedt a modern harcmezőn, sőt egy további R_m bevonásával a háromfős harccsoport önvédelme is megoldható. Ekkor a második R_m szükség esetén átveheti az első helyét is, vagy másik célt is támadhat egyidejűleg, szintén a segéd adatai alapján, vagy önállóan.

A célzásfolyamat alatt a fegyvercső furat tengelye tulajdonképpen igen kisméretű, de folyamatos, zezzugos lengést végez a célobjektumon eltalálni kívánt pont körül. Ezt a *mesterlövész* a célzójel (tulajdonképpen az *irányzóvonal*) célzott pont körüli lengésének érzékeli. A mozgás a humán tényező kondícióján kívül a humán és a technikai tényező összekapcsolódásának minőségétől függ. Az összekapcsolódást szolgáló markolatok, felületek megfelelő humán-centrikus kialakítása ma már nem túlzó óhaj, hanem feszítő szükség. A legfontosabb kapcsolódási felület a puska tusa, vagy válltámasza végére erősített váll-lap és a mesterlövész válla között van. Ebből következik, hogy a váll-lap kialakítása döntően befolyásolja a kapcsolat minőségét. Alapkövetelmény, hogy a váll-lap magasságban és távolságban (ez történhet a válltámaszon keresztül is) több fokozatban, vagy fokozatmentesen legyen állítható. A magassági állítással minimálisra csökkenthető a váll felfekvési pontjának a fegyvercső furat hossztengelyétől való eltérése (a lövésfolyamatnál részletezem a miértet). Ugyancsak ennek az eltérésnek és a testfelépítés egyénekenkénti eltérésének kiegyenlítésére célszerű a váll-lap függőleges síkban való szögelfordítását is lehetővé tenni. Szabadkézből való lövésnél a puskán

igen fontossá válik a mellső ágyazás és a hátsó (elsütő) markolat kialakításának minősége, amelyeknek szintén jól formázottnak és szilárd megfogást biztosítóknak kell lenniük. Az ujjtartóval ellátott markolatokról csak annyit, hogy az emberi kéz méretei sem azonosak egyénenként, egyeseket szolgál, másokat akadályoz az ilyen kialakítás. A célszerű az lenne, ha minden mesterlövész a saját kézformájához igazított markolatot használhatna. Megfelelően megválasztott és beállított összekapcsolódásokkal a bekezdés elején leírt lengés nagymértékben csökkenthető.

Fekve, feltámasztva végrehajtott célzás esetén kerülnek előtérbe a fegyverlábak. A mellső villaláb (bipod) magasságának és elhelyezésének kérdése lényeges, mert a kis magasság akadályozza a magassági szög szerinti irányzást, a túl nagy pedig feleslegesen megnöveli a *mesterlövész* támadható testfelületét. A villaláb elhelyezkedése az R_{fm} tömegközéppontjához képest szintén meghatározó jelentőségű. A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a minél előrébb helyezett villaláb alkalmas a megfelelő minőségű célzáshoz, ugyanakkor tilos megfeledezni arról a törvényről, hogy a villaláb nem köthető a fegyvercsőhöz, mert a puskának a lábra való leszorítása a fegyvercső meghajlításával jár, emiatt viszont megváltozik a $[\vec{v}_0]$ sebességvektor térbeli helyzete az irányzóvonalhoz képest. A villaláb saját merevsége és a puskához való rögzítésének merevsége döntően befolyásolja a célzási időt. A mozgó alkatrészek illesztési túrésából eredő kotyogás, valamint a túl elasztikus lábszerkezet többször is újracélzásra kényszerítené a *mesterlövészt* ami elképzelhetetlen. A hátsó támaszláb alkalmazása sokat javít a helyzeten, de fokozatmentes magassági állítása csak akadozás mentesen engedhető meg, illetve a magassági állításra szolgáló orsómenet emelkedésének igen finom beállítást is lehetővé kell tennie. Csúszóhüvelyes, a kívánt pozícióban rögzíthető magasságállító megoldás a terepen használhatatlan és a lövésfolyamat alatt sem kellően szilárd. A hátsó támaszláb szerkezeti és kapcsolódási szilárdságánál hasonlóak a követelmények, mint a villalábnál. A *mesterlövész* egyszerűen nem terhelhető azzal, hogy folyamatosan kompenzálja a lábak kotyogásából adódó *irányzójel* elmozdulásokat, főleg azért nem, mert a lövésfolyamat dinamikája úgylátja felborít majd minden nehezen összehozott beállítást.

Az elsütés során

Követelmény: a fegyvercső furat tengelyének a célzás során beállított térbeli helyzete nem változhat meg.

A humán tényező a célzással beállított R_{fm} lövésfolyamatát az elsütőberendezés működtetésével indítja meg. A működtetés valamilyen, a folyamatkapcsoló elemmel (szinte kivétel nélkül az elsütőbillentyűvel) történő, a kapcsoláshoz elegendő energia közlésének hatására történik meg. Ez az energiaközlés a humán tényező utolsó akaratlagos tevékenysége a lövésfolyamat során. Mivel az energiaközlés során a mesterlövész meghatározott mértékű erőhatást fejt ki az elsütőbillentyűre ez az erő nagyságának megfelelő arányú hibanyomatékot ébreszt az R_{fm} -ben, ami „magától értetődően”⁴ a fegyvercső furat hossz tengelyének térbeli helyzete megváltoztatását eredményezheti. Az elsütőerő tehát lényeges jellemzője a humán és a műszaki tényezők kapcsolati minőségének. Az a meglátásom, hogy az elsütőerő alsó (legkisebb) határát nem érdemes megszabni, mert a mesterlövészek nem épp idegbajos emberek, akik hajlamosak az elrántásra, és a „hozzáértő” szolgálati személyek aggodalmas biztonsági ellenvetése a végtelen lövés megakadályozásának fontosságáról ebben a szakmában csak saját ostobaságuk tükré. Megítélésem szerint az 5 N, vagy annál kisebb elsütőerő ízlés kérdése, annak a mesterlövésznek kell meghatároznia, aki az R_{fm} -et kezeli. Sokkal nagyobb problémát okoz a túlzott elsütő erő, mert egyrészt bizonytalanná teszi az elsütés pillanatát, másrészt megengedhetetlen, hogy a mesterlövésznek verekednie keljen a fegyverrel, vagy rángatnia az elsütőbillentyűt. Drága atyai jó barátom és mesterem (ha meg nem sértem vele) Simkó Imre nyá. rendőr alezredes, aki az első valódi rendőrségi kommandó (ORFK Komondor csoport) lökiképzés vezetője volt, (mellesleg sportlövő Európa-bajnok is) szokta volt magyarázni az elsütőbillentyű kezeléséről, hogy azt:

„úgy kell megfogni, mint hátulról a kedves mama (*ti: az anyós*) nyakát, ujjunkat puhán a torkára helyezve, és ezután nem rázzuk a mama fejét jobbra,

⁴ hogy másképp?

balra, mint a bolondok, hanem szép egyenletesen betoljuk a nyelőcsövet a tarkóba, amíg abba nem hagyja a sikítózást (értsd: elsül a fegyver)”⁵

Végül is elég képszerű hasonlat, a hallgatók mindig értették a lényegét, idővel a technikát is elsajátították. Egyáltalán az elsütőbillentyű viselkedéséről is hosszan lehetne értekezni, mi a kedvezőbb a lágy hátrasiklás után az érezhető megakadás legyőzésével kiváltott lövés, vagy az egyenletes fokozatmentes billentyűút, esetleg a kicsit nyúlós, de ez is végül ízlés dolga. Az elsütőerő felső határára jómagam nem engednék meg 15 N-nál magasabbat, hogy biztosan ne lehessen „belerántani” a lövésbe. Az állítható elsütő erejű billentyűről csak annyit, hogy a harcmező viszonyai között az is csak egy meghibásodási lehetőség. Rendőrségi gyakorlatban és lőtérbajnokságon viszont nem kifogásolható.

A lövés során

Követelmény: a lövésfolyamat alatt (amíg a lövedék ki nem lép a gázutóhatások zónájából és meg nem kezdi önálló, csak a környezet kölcsönhatásával befolyásolt repülését) a fegyvercső furat hossz tengelye a lehető legkisebb mértékben mozduljon ki a célzáskor meghatározott térbeli helyzetéből.

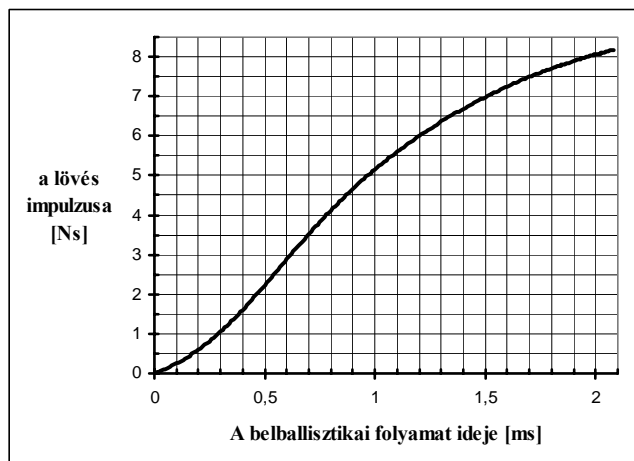
A követelmény érvényesítését szolgáló módszerek megértéséhez előbb elemezni kell a lövésfolyamat alatt lejátszódó belballisztikai folyamatok néhány aspektusát:

1) Amikor az m_1 tömegű lövedék a csőfuratban mozog bármely helyzetében, ahol a pillanatnyi v_1 lövedéksebesség nagyobb nullánál, az $I_{\text{lövés}}$ lövésimpulzus:

$$I_{\text{lövés}} = m_1 \times v_1 = m_p \times v_p \quad [\text{Ns}] \quad [1]$$

képlettel számolható, ahol v_p az m_p tömegű puska pillanatnyi, v_1 -lel ellentétes értelmű sebessége. A **2. ábra** egy 7,62 mm-es kaliberű R_{fm} belballisztikai folyamatának kimeneti adatai alapján meghatározott impulzus-idő függvény képét mutatja (a görbe jellege hasonló más kalibereknél is):

⁵ kiemelések tőlem



2. ábra: a lövés impulzus alakulása a belballisztikai folyamat idejének függvényében

az [1]-ből a puska pillanatnyi sebességét kifejezve:

$$v_p = \frac{m_1 \times v_1}{m_p} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad [2]$$

számítható a puska pillanatnyi E_p mozgási energiája:

$$E_p = \frac{m_p \times v_p^2}{2} \quad [\text{J}]$$

ebbe behelyettesítve a [2]-t kapjuk:

$$E_p = \frac{(m_1 \times v_1)^2}{2 \times m_p} \quad [\text{J}] \quad \text{és} \quad E_p = \frac{m_1}{m_p} \times E_1 \quad [\text{J}] \quad [3]$$

A [3] megmutatja, hogy az energia maximuma a maximális lövedéksebességhez tartozik (ezt nevezik a mért torkolati, vagy v_0 sebességnek, mert mérés technikailag a legkönnyebb és legolcsóbb ezt és nem a közvetlen csőtorkolati sebességet mérni). Ugyancsak azonnal belátható, hogy a mesterlövészre ható maximális energia (ahol $v_1 \equiv v_0$) a lövedék/puska tömegarány szerint kisebb a lövedék torkolati energiájánál. Egy modern 7,62 NATO kaliberű⁶ 8 kg tömegű R_{fm} esetén a mesterlövészre:

$$E_p = \frac{0,00965}{8} \times \frac{0,00965 \times 854^2}{2} = 4,2 \quad [\text{J}]$$

⁶ US M80 ball (forrás: Jane's Ammunition Handbook 2005-2006; Jane's Information Group Ltd. Brighton UK; 63. old.)

energia hat, ami lényegesen alacsonyabb, mint a sérülést okozó energiamennyiség. **4 kg-os R_{fm} -et** alapul véve az energia természetesen már a duplájára (8.4 J) nő, ami okozhatna akár könnyű sérülést is.

*[12,7 mm-es kaliberben, 20 kg-os R_{fm} -re kiszámolva, azonban ennek az értéknek már a tízszerese, legalább **43 J** hat a mesterlövészre. Egy katonarvosi tanulmányban⁷ a francia katonára megadott ölühatár-terhelés (40 J) energiánál ez magasabb érték!]*

Az R_{fm} tömege tehát egy adott töltény használatakor alapvetően meghatározza a humán tényezőre visszaható energia mennyiségét. Ebből következne, hogy célszerű minél nagyobb tömegű részrendszert használni, de ennek az ábrádnak keményen ellenáll az előbbieken már részletezett harcászati mozgékonyság követelménye.

2) A belballisztikai folyamat alatt fellépő és a fegyvercsőre úgynevezett „hibanyomatékok” generáló erőhatás meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a belballisztikai folyamat átlagos lefutási ideje **2 ms** körüli értékre adódik, ez alatt a **8 kg-os R_{fm}** mintegy **1 m/s** sebességre gyorsul fel és mintegy **2 mm-t** tesz meg, amivel a mesterlövész vállát deformálja, tehát reakcióerőket ébreszt. A további hátramozgás már csak a 4,2 J-os R_{fm} mozgási energiának a felemésztését szolgálja, a *lövedékre* nincs hatással.

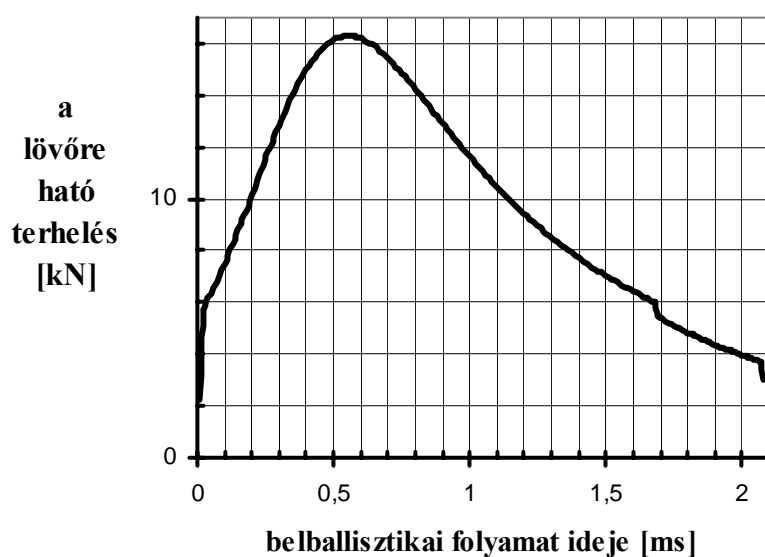
A humán tényezőt érő pillanatnyi terhelő erő nagysága a következő képlettel

$$F_{pill.} = m_p \times \frac{\Delta v_p}{\Delta t} \quad [N] \quad [4]$$

a belballisztikai folyamat részletes adatainak ismeretében kiszámítható.

A lövőre ható terhelés mértékét a példabeli R_{fm} -re vonatkoztatva a **3. ábra** mutatja:

⁷ Karl G. Seiller–Beat P. Kneubuehl: Wound Ballistics (angolra fordította: Ruth Rufer és Jack Hawley) Elsevier Science B.V. Asterdam 1994. 303. old



3. ábra: a *mesterlövészre* ható terhelés a belballisztikai folyamat idejének függvényében

Az ábrában látható, hogy a 16 kN nagyságot meghaladó F_{pIII} erő mindössze 0,1 ms ideig áll fenn, mint ahogy a 10 kN-t meghaladó is csak 1 ms ideig. Bár a 2 ms belballisztikai folyamatra számított átlagos erő mintegy 9,8 kN, a rendkívül kis hatásidők miatt a *mesterlövész* mégsem érzi azt tíztonnányinak, ugyanakkor ez az erő vitathatatlanul főszerepet játszik a fegyvercső furat hossz tengelye térbeli helyzetének elmozdítási kísérletében, mert a belballisztikai folyamat ideje alatt a humán tényező reakcióideje ennek kompenzálására elégtelen. A lövésfolyamatból eredő hátraható erő hatásvonalja természetesen a fegyvercső furat hossz tengelyével esik egybe. Ugyanakkor az az érintkezési pont, ahol a humán és a technikai tényező összekapcsolódik (a *mesterlövész* vállának és a *puskatusa* vállapjának érintkezési felületén a legnagyobb terhelésű pont) a legritkábban esik ebbe a tengelybe. Ez a meghatározott erőhatás oly mértékben gyakorol hibanyomatékot a *puskán* keresztül a fegyvercső furat hossz tengelye térbeli helyzetére, amilyen mértékben ez a tengely eltér a kapcsolódási ponttól. Adott nagyságú erő esetén a nyomaték nagysága és iránya arányos az eltérés nagyságával és térbeli helyzetével. Nagyon gyakorlott *mesterlövészek* képesek biztosítani a puska számára, hogy azt a bizonyos 2-3 mm-t csak igen kis ellenállással tegyék meg, azaz **a fegyvercső furat hossz tengelye csak a saját tengelyvonalában mozduljon hátra**, és a felütkezés (amikor a felvágódás bekövetkezik) csak akkor jöhessen létre, amikor a *lövedék* már kilépett az átmeneti ballisztika zónájából is.

A belballisztikai folyamat alatt a *puska* 500 g átlaggyorsulással mozdul hátra, ennek a gyorsulásnak, valamint a lövésfolyamat alatti ütésszerű nyomásváltozásnak a hatására a fegyverszerkezet lengésbe kezd, amely amplitúdóját a szerkezeti részek egymáshoz erősítésének szilárdsága (gyártási tűrései), valamint a szerkezeti elemek rugalmassága határozza meg. Ennek a lengésnek az áttevődése a fegyvercsőre a fegyvercső és a fegyverszerkezet összeillesztésének minőségétől függ. Ugyanakkor a fegyvercső a benne előrehaladó lövedék hatására (a súrlódás, a helyi nyomásváltozás és a lövedék forgásra kényszerítése eredőjeként) szintén olyan vonagló mozgást végez, amely a gyártási aszimmetriákból és az anyagszerkezet szemcseközi anomáliáiból ered. Ez a mozgás sajnos a csőtorkolat síkja közelében hozza létre a legnagyobb csőfurat tengely elmozdulásokat. Emiatt, valamint a fegyvercső környezeti hatásokkal (pl.: aszimmetrikus hűtés, hősugárzás, mechanikai sérülés, stb.) szembeni rezisztenciájának a fokozása érdekében készülnek újabban a *puskacső*vek jelentősebb falvastagsággal, ami természetesen egyrészt növeli a *puska* tömegét, másrészt előrébb helyezi az R_{fm} tömegközéppontjának a helyét. A cső falvastagságának növelése mellett ma már minden *puskacső* szabad szerelésű, azaz csak a töltényűr körzetében erősítik a fegyverszerkezethez, a lövésfolyamat alatt a *puska* megtámasztásából eredő terhelés nem görbíti a csövet. A humán tényezőt a *puskához* kapcsoló elemek szilárdsága fokozottabban lényeges, mint a célzásnál a dinamikus erők ébredése miatt, de az alapelvek azonosak a célzás során elmondottakkal. Kiemelendő a váll-lap anyagának kérdése. A túlzottan elasztikus anyagú váll-lap szinte úsztatni képes az R_{fm} -et a mesterlövész vállához képest, ha ez az elasztikusság fegyvercső furat hossztengelyéhez képest nem irányított, akkor annak elmozdulásával is számolni kell. Az R_{fm} megtámasztó elemeiről ugyanaz mondható el, mint a kapcsolódó elemekről. A legkisebb kotyogás is súlyos *pontosság* képesség vesztésben jelentkezik. Lényeges a lábak és a talaj, vagy támaszfelület kapcsolatának viszonya, ahol a hátsó támaszláb gyenge megtámasztása majdnem olyan helyzetet teremt, mintha nem is létezne. Túl magasra állított villalábak a lövésfolyamat alatt nagy csőtengely irányú bólintó nyomatékot generálnak, amit csak a megfelelően szilárd hátsó láb képes kielégítően kompenzálni, a *mesterlövész* ritkábban. A laza talajhoz való kapcsolódásra nagyon alkalmasak a lábakon

alkalmazott talpak, de szempontnak kell lennie, hogy azok ne akasztásra, hanem a hátrasiklás biztosítására szolgáljanak. Minél szilárdabb a hátrasiklás irányában a lábak és a megtámasztás kapcsolata, annál inkább várható vagy a lábak, vagy az R_{fm} deformációja, sérülése.

A lövésfolyamat alatt lejátszódó jelenségek taglalásához tartozik még annak a kérdésnek a vizsgálata is, hogy alkalmas-e öntöltő puska az R_{fm} elemének. A gyakorlatban a kérdés úgy merül fel, hogy a lövésfolyamat alatt ébrednek-e olyan hibanyomatékok a töltő-ürítő szerkezetben, amelyek károsak a fegyvercső furat hossz tengely térbeli helyzetének megtarthatóságára (ilyen nyomatékok kézi újratöltés esetén nincsenek). Gázelvételes rendszereknél vitathatatlan, hogy ilyen nyomaték ébred, mert a gázátömlő furaton átfúvó gáz reakcióereje közvetlenül a fegyvercső furat hossz tengelyre hat, és ekkor még a lövedék a csőfuratban tartózkodik. Ugyancsak a belballisztikai időszakban indul meg a zárszerkezet kizárolási folyamat, bár a tényleges kizárolás sokkal később következik be, és ezek a dinamikus erők is generálnak hibanyomatékokat. Ugyanez lehet a helyzet a reteszelt tömegzárás rendszerek esetében is. Talán a legkevésbé érzékeny rendszer a H&K görgős reteszelésű késleltetett rendszere, mert a bel-, és átmeneti ballisztikai folyamat időszakában csak a fegyvercső furat hossz tengelyében (az ütőszegen) ébred reakcióerő. Emiatt is népszerűek a H&K *puskák*. Mindenesetre elgondolkodtató, hogy a *puskák* többsége ma is ismétlő, vagy egylövetű.

Újratöltés, ismétlés során

Követelmény: az R_m -nek elfogadhatóan rövid időn belül újra képessé kell válnia a két kimeneti képességének legalább még egyszeri kifejtésére (azaz még egy célzott lövés leadására⁸).

A követelmény kielégítése érdekében a humán tényezőnek meg kell őriznie eredeti pillanatnyi kondícióját, vagy csak ahhoz igen közeli minőségű új kondícióba kerülhet.

⁸ mégoly jól képzett tüzelőállásból sem egészséges kettőnél több lövést leadni, mert bizony mondom néktek azok visszalőnek

A technikai tényező a lövésfolyamat alatt nem okozhat olyan terhelést a *mesterlövésznek*, hogy az jelentősen veszítsen eredeti kondíciójából. A két tényező kapcsolódási pontjainak minőségéről már értekeztem mind a célzás, mind az elsütés, mind a lövésfolyamat során, itt csak annyit tennék hozzá, hogy az R_m képességek kifejtésén túl e minőségeknek szerepe van a folyamat reprodukálási képesség fenntartásában is.

Két kérdés kíván részletesebb tanulmányozást:

- az *irányzójel* elugrása a célzott pontról a lövésfolyamat alatt; az *irányzójel* elugrásának mértékét – adott *lövedék* E_0 torkolati energia mellett – a *puska* és a *mesterlövész* tömege, a humán és a technikai tényező kapcsolatának, valamint az R_{fm} és a megtámasztó felület kapcsolatának a minősége, de leginkább annak a nyomatéknek a nagysága határozza meg, amely a fegyvercső furat hossz tengelyének és a váll-lap–váll érintkezési pontnak az eltéréséből származik. Úgy tartják az a jó *mesterlövész*, aki képes látni az irányzóműszere látómezejében a találatot, ami persze a látómező nagyságától is függ. Nagyobb tömegű, ergonómiailag hibátlanul kialakított R_{fm} mellett ez a feltétel nem illúzió;
- a puska újratöltésének a lehetősége. Az újratöltés gyorsasága alapvetően határozza meg az R_m reakcióidejét, mert néhány speciális esetben a gyors, eredeti kimeneti képességekkel bíró második lövés életmentő lehet a mesterlövésznek. Vitathatatlanul előnyben vannak ebben az esetben az öntöltő fegyverek, de ezek pontosság képessége rosszabb, az egylövetűeknél, vagy az ismétlőknél. Ismétlő rendszerek esetén a zárfogantyú kezelhetősége a meghatározó, sajnos bull-pup rendszereknél ez nehezebb (az elérhetőség miatt), ami miatt a sokkal jobb η_{kf} ellenére sem terjedtek még el igazán ezek a *puskák*.

Amint az az eddigiekből is látható volt a használhatóság képessége a humán és a technikai tényező kapcsolatának minőségére utal, bár kényelmes lenne, de nem tekinthető csupán műszaki kérdésnek, hiszen követelményeket támaszt a humán tényezővel szemben is.

Irodalomjegyzék:

Jane's Ammunition Handbook 2005-2006; Jane's Information Group Ltd. Brighton
UK

Karl G. Seiller–Beat P. Kneubuehl: Wound Ballistics (angolra fordította: Ruth Rufer
és Jack Hawley) Elsevier Science B.V. Asterdam 1994. 303. old