

NEMZETI  
KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM  
Doktori Tanács

**Dr. Fekete László**  
orvos alezredes

**Electro-gastro-intestinográfia (EGIG): egy új nem-  
invazív eljárás a hasi funkciók monitorizálására  
műveleti területeken**

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetése és  
hivatalos bírálatai

Budapest  
2014

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

**Dr. Fekete László**

**orvos alezredes**

**Electro-gastro-intestinográfia (EGIG): egy új nem-  
invazív eljárás a hasi funkciók monitorizálására  
műveleti területeken**

című doktori (PhD) értekezésének szerzői ismertetése és  
hivatalos bírálatai

**Témavezető: Prof. Dr. Solymosi József ny. mk. ezredes, DSc.**

**professor emeritus**

**- 2014 -**

- 1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA**
- 2. KUTATÁSI CÉLOK**
- 3. KUTATÁSI MÓDSZEREK**
- 4. AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLAT TÖMÖR LEÍRÁSA FEJEZETENKÉNT**
- 5. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK**
- 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK**
- 7. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA**
- 8. AJÁNLÁSOK**
- 9. A DOKTORJELÖLT TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE**
- 10. A DOKTORJELÖLT SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA**

Budapest, 2014. október 09.

aláírás

## 1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

A második világháborút követő évtizedekben, a háborús koncepciók sorozata váltogatta egymást. Ismertek a totális nukleáris, a korlátozott nukleáris hadviselés, valamint a rugalmas katonai reagálás katonai doktrínái. Ezekben a koncepciókban a főszerepet a nukleáris fegyverek újabb és újabb generációi játszották.

A 20. század utolsó évtizedeiben az általános atomháborút elvető szakemberek a tudomány-technikai forradalom nyújtotta lehetőségek felhasználásával megalapozott lehetőséget láttak a hagyományos fegyverrendszerek újabb és újabb generációinak kifejlesztésére, amelynek fő célját a megnövelt találati pontosság mellett, a megsemmisítő, romboló, károsító hatás többszörösének elérése képezte.

Globális méretű katonai konfrontáció veszélye talán elmúlt, azonban több irányú és több forrású veszélyhelyzetek alakultak ki, ezek a térségünkben jelentkező hatalmi és területi követelések, nemzetiségi, etnikai, vallási feszültségek, a gazdasági válság, a nemzetközi szervezett bűnözés és a terrorizmus.

Az elmúlt évtizedek technológiai fejlődése, béke-természeti katasztrófák és a világ számos pontján szüntelenül dúló háborúk, egyfelől új lehetőségeket nyitnak, másfelől újabb megoldatlan problémákat teremtenek.

A 90-es évek második felében megjelent háborús és katasztrófa doktrínák előírják a békeidőszakra jellemző standardokat, főleg időnormákat az ellátásra vonatkozólag. Az ismert „arany-óra” fogalma bevonult a sérült ellátás katonai szabályzói közé, az elv értelmében a sérülteknek egy órán belül részesülniük kell az első orvosi (sebészeti) ellátásban.

Napjainkban Nyugat-Európában az összehangolt és szervezett merényletek végrehajtásával a nemzetközi terrorizmus jelenti a legnagyobb veszélyt. Terrortámadások szerencsére hazánkban elvétve fordulnak elő, bár az utóbbi időben a szervezett bűnözői csoportok egymás közötti leszámolásra egyre gyakrabban alkalmaznak például robbanószerkezeteket. A nemzetközi terrorizmus kiszélesedésével hazánk is a lehetséges célpontok között szerepelhet.

A technika fejlődése ellenére a természet erői megzabolázhatatlanok, napjainkban is mindennaposak a természeti katasztrófák, melyeknek egy része ugyan előre jelezhető, de a pontos nagyságról általában kevés az információnk.

A fent említett gondolatok eredőjeként kikristályosodni látszik, hogy mind béke körülmények között, mind minősített helyzetekben az egészségügyi ellátást végző szolgálat tagjainak váratlan, nagyszámú, többszörös sérüléssel bíró, sokszor pánikban lévő embertömeg ellátásával kell megbirkóznia. Az antropogén és/vagy humán katasztrófák nem feltétlenül katonai kórházak környezetében következnek be, bárhol, bármikor előfordulhatnak, ezért minden egészségügyi szakembernek ismernie kell ezen helyzetekben az ellátandó legfontosabb feladatokat, hiszen ez az egyetlen út a legkisebb veszteség eléréséhez.

Engedtessek meg néhány gondolat azonban a tömeges sérült ellátás káoszában álló orvosról is. Az orvoslásban cselekvő gondolkodásra van szükség, a betegség mellett már nincs lehetőség az adatok gyűjtésére, majd karosszékben hátradőlve feltételezéseket megfontolni. Az orvos, amint meglátja betegét, a külső jegyek alapján, már esetenként eljut két-három kórisméhez. Mondhatjuk úgy is, hogy az orvosoknak többnyire egyszerűsítésre, heurisztikára van szükségük.

A sebésznek egyébiránt súlyos etikai felelősséggel járó döntési kényszere is van, amikor emberek sorsáról kell döntenie, ha nem operál, akkor elmarasztható kötelességzegés, segítségnyújtás, életmentés megtagadása címén, ha operál egy kilátástalan helyzetben lévő beteget, vagy olyan beavatkozást végez, amely nem bevett vagy eredendően új, akkor szemére vetik, hogy miért próbál eleve menthetetlen beteget operálni, miért kísérletezik.

A sebész döntésekor teljesen magára van hagyva; hiába kéri kollégái véleményét, készíti elő az eljárást és alapozza meg elméletileg a beavatkozást, hiába csapatmunka a műtét, a felelősség mindig és kizárólag az operáló sebészé, amiben lecsupaszítva, kiszolgáltatva egyes egyedül áll, mindehhez még társul a lelkiismeret döntése is, hiszen emberi sorsokról van szó, amit tesz, az legyen a legjobb és etikus.

Az elektro-intestinogram (EIG), az elektro-gastrogrammal (EGG) együtt egy olyan nem-invazív módszer együttes, amellyel a gastro-intestinalis rendszer működése folyamatosan és a páciens lényeges zavarása nélkül nyomon követhető, továbbá megítélhető, hogy a működés egyes zavarai igényelnek-e valamilyen akut vagy tervezett (elektív) beavatkozást. Ellenőrizhetők továbbá korábbi (gyógyszeres és/vagy sebészeti) beavatkozások eredményei is. Alkalmas lehet ezen kívül az úgynevezett „arany óra” elv támogatására is, amelynek során el kell döntenie, hogy igényel-e a sérült vagy akut tüneteket mutató beteg azonnali, sürgősségi beavatkozást.

A kutatási témám tudományos tartalma ennek megfelelően egy olyan új, dominánsan gyomor-bélrendszeri funkciók monitorozására szolgáló eljárás- és eszközrendszer kifejlesztése, amely a gyakorlatban alkalmas lehet békeidőben, valamint háborús és minősített időszakokban pre-hospitális és klinikai alkalmazásra egyaránt.

Az akut has fogalma: hirtelen kezdődő, gyors progressziót mutató, az életet veszélyeztetni képes hasi kórképet foglalja magába. A jelentőségéhez a kialakuló életveszély mellett hozzájárul az is, hogy gyakori kórképről van szó. Magyarországon az összes sebészeti esetek 25 %-át teszik ki ezek a betegek. A műtét sikere annak időpontjától nagyban függ, hiszen az „arany-óra” elteltével, két órán túl 90 %-os, négy órán belül már csak 67 %-os, a tizenkét órán belül végzett műtétnél már csak 25 %-os gyógyulás várható. Sokkal riasztóbb az a tény, hogy az idő múlásával a várható szövődmény rátája exponenciálisan emelkedik. Általánosan elfogadott az az elv, hogy a legjobb és a legrosszabb sebészeti ellátás eredménye közötti különbség kisebb, mint a korai és az elkésett beavatkozás közötti.

Szórványos irodalmi adatok megismerését követően jutottam arra a véleményre, hogy a gyomor-bélhuzam funkciójának elektrofiziológiai vizsgálata, és a mérési eredményeknek megfelelő matematikai, statisztikai analízisében rejlő információk nagyon nagy segítségére lehetnek a hasi és az akut hasi kórképet vizsgáló, kezelő egészségügyi személyzetnek.

## **2. KUTATÁSI CÉLOK**

1. A kutatás fő célja annak bizonyítása, hogy a hasfalra és/vagy a test más felületére rögzített külső elektródák segítségével regisztrálhatók a gyomor-bélhuzamból származó elektromos jelek, és ezek megfeleltethetők az ott zajló aktuális (motilitási) folyamatoknak. Ennek alapján pedig egy olyan új, a hasi funkciók monitorozására szolgáló eljárás- és eszközrendszer kifejlesztése, amely a gyakorlatban alkalmas lehet békeidőben, valamint háborús és minősített időszakokban pre-hospitális és klinikai alkalmazásra.
2. Ennek megfelelően a kísérletes vizsgálataink célja az elektro-intestinogram tesztelése fiziológiás és patológiás állapotokban egyaránt. Az EKG-hoz hasonlóan megpróbálni egy egységes (anatómiai egységre specifikus) jelrendszert regisztrálni a gyomor-béltraktus különböző szakaszairól mind a szervek falába (intramuralis), mind pedig bőrre helyezett elektródákon keresztül olyan felnőtt betegeken, akiknél a gyomor-béltraktus motorikája nem érintett betegség által.

3. Céлом bebizonyítani, hogy a non-invazív eljárással rögzített jel megfelel az invazív eljárással rögzítettnek, melynek következtében e módszer használható lehetne a bélrendszer további fiziológiás, valamint különböző patológiás állapotainak felmérésére is.
4. Állatkísérlettel kívánom bizonyítani, hogy a bélfalba rögzített elektródák útján detektált jelek karakterisztikájukban nem térnek el azoktól, amelyeket a testfelületen elhelyezett elektródokkal rögzítettem.
5. Célul tűzöm ki annak megállapítását, hogy a gastrointestinalis traktus különböző szakaszainak megismerjük a jellemző frekvencia tartományát.
6. Vizsgálom azt, hogy a különböző mérési alanyok azonos enterális stimuláció mellett azonos karakterisztikájú enterális választ mutatnak-e.
7. Feladatomban tekintem a regisztrált elektromos jelek változásait leginkább megmutató statisztikai elemzési módszer megtalálását.
8. Választ keresek arra a kérdésre, hogy humán vizsgálat során a laparoszkópos módon bemutatott, - hasonlóan a pre-klinikai vizsgálathoz – elektródák által közvetített jelek analízisének eredménye eltér-e a vizsgált egyén testfelületén rögzített elektródák által közvetített jelekétől.
9. Töreksem igazolni, hogy az altatásban végzett vizsgálatok során nem változnak a gastrointestinalis traktus területéről nyerhető elektromos jelek karakterisztikájukban, az éber állapot során detektálhatóhoz képest.
10. Vizsgálom, hogy a mérések alkalmával történő enterális stimulációk után rögzíthető elektromos jelek eltérnek-e karakterisztikájukban a fiziológiás választól.
11. Klinikai mérés/ek útján megvizsgálom, hogy a gastrointestinalis traktusból eltávolított anatómiai egységek hiánya okoz-e értékelhető elváltozást az elektromos jelek karakterisztikájában.
12. Prolongált vizsgálati idővel kutatom azt, hogy a külső elektródák segítségével regisztrálható elektromos jelek megfeleltethetők-e a zajló, aktuális motilitási folyamatoknak.
13. Szándékomban áll annak vizsgálata, hogy létezik-e a folyamat patomechanizmusára jellemző Domináns frekvencia és/ vagy Domináns teljesítmény.
14. Javaslatom a kifejlesztésre került metodika, készülék további vizsgálatára a Magyar Honvédség ellátási szintjének megfelelően.

### **3. KUTATÁSI MÓDSZEREK**

A téma kutatásának első lépéseként a kutatási tervet készítettem el, melyet annak részletes végrehajtása követett.

Az egészségügyi biztosítás szerkezetét, működését bemutató tanulmányokat elemeztem. KFOR kötelékében vezető sebészként ROLE-3 ellátási szinten alkalmam nyílt a nemzetközi kötelékben való beteg/ sérült ellátás megismerésére is.

A szórványos irodalmi adatokat és utalásokat a könyvtárakban, illetve az interneten fellelhető idevonatkozó tanulmányokból nyertem. A kutató munka során folyamatos konzultációt folytattam a mérőeszköz fejlesztésében résztvevő kutatócsoport és az adatok kiértékelésében jelentős segítséget nyújtó programozó statisztikusokkal.

Rendszeresen konzultáltam a pre-klinikai vizsgálatokat végző társszak képviselőivel. A kísérletes munka humán vizsgálatainak fő színtere a Magyar Honvédség Egészségügyi Központ I. Sebészeti Osztálya volt, ahol a humán vizsgálati anyagok, valamint az adatrögzítéshez szükséges eszközök rendelkezésemre álltak.

Az invazív mérések előtt megkértük és megkaptuk a szükséges Regionális Etikai Bizottsági Engedélyt.

A kutatási témám kidolgozása során született új tudományos eredményeket konferenciákon és tudományos folyóiratokban közzétett publikációkban tártam a tudományos közélet teljes nyilvánosságára.

A szükséges elméleti kísérletes és klinikai ismeretanyag dokumentációjának a feldolgozása, rendszerezése és kiértékelése után készítettem el az értekezésemet.

### **4. AZ ELVÉGZETT VIZSGÁLAT TÖMÖR LEÍRÁSA FEJEZETENKÉNT**

Az értekezés második fejezete a releváns hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintő elemző értékelését tartalmazza. Ezen belül részleteiben az alábbiak kerülnek bemutatásra.

Az első alfejezetben a sérült ellátás fejlődési folyamatát mutatom be a történelmi időszakok, és a hadviselési formák evolúciós folyamatához kapcsolatosan, valamint áttekintem a hadviselés formáinak evolúciós folyamatában, fejlődéskényszerben lévő egészségügyi ellátást.

A második alfejezetben kiterjedően vizsgálom a hasi kórképek diagnosztikus lehetőségeit, a fizikális vizsgálatról kezdve a szofisztikált, költséges képalkotásokig bezárólag.



A harmadik alfejezetben átfogó képet nyújtok az akut hasi kórképről, bemutatom részletbemenően a robbanásos hasi sérülést, mint az akut hasi kórkép modelljét. Összefoglalom az akut hasi kórkép ellátási taktikájának elemeit békeidőben.

A negyedik alfejezet a háborús körülmények közötti hasi kórképek ellátásának jellemzőit taglalja, különös tekintettel az ellátási szintek tevékenységi körére.

Az ötödik alfejezet a hasi kórképek minősített helyzetekben történő ellátásáról szól. Bemutatást nyer az ellátási protokoll, a pre-hospitális és hospitális szakaszokban, valamint értelmezést nyer a Damage Control Surgery-elve.

A harmadik fejezet fő elemeit a kutatásom kísérletes szakaszai adják, a pre-klinikai kutatásoktól egészen az órákon át tartó jel adat felvétel spektrumának értékeléséig.

Saját kutatásaim során a továbbiakban éppen ezért – hiánypótló jelleggel – kifejezetten erre keresve a konkrét gyakorlati megoldás lehetőségét **elsőként jutottam a felismerésre, majd kísérleti vizsgálatokkal bizonyítottam**

- egyrészt, hogy a hasfalra és/vagy a test más felületére rögzített külső elektródák segítségével regisztrálhatók a gyomor-bélhuzamból származó elektromos jelek, és ezek megfeleltethetők az ott zajló aktuális (motilitási) folyamatoknak;
- másrészt, hogy a laparoskopos úton bejuttatott, intramuralisan applikált elektródák útján rögzített jelek analízisének eredménye nem tér el azokétól, amelyeket a testfelületre helyezett elektródák segítségével rögzítettünk, **tehát a non-invazív eljárással rögzített jel megfelel az invazív eljárással rögzítettnek, és ezzel tudományosan megalapoztam** az elektro-intestinogram (EIG) és az elektro-gastrogram (EGG), együtt electro-gastro-intestinográfia (EGIG) mint egy új nem-invazív eljárás **eszközrendszer kísérleti mintapéldányának a kifejlesztését** a hasi funkciók monitorizálására, amellyel a gyomor-bélrendszer működése folyamatosan és a páciens lényeges zavarása nélkül nyomon követhető.

Abból az elsőként tett felismeréséből kiindulva, hogy az electro-gastro-intestinográfia (EGIG) mint egy új nem-invazív eljárás alkalmas lehet a hasi funkciók folyamatos monitorozására, majd a gyakorlati megvalósításra kialakított saját egyéni konkrét elgondolásom alapján a személyes vezetésemmel megterveztük, majd azt követően professzionális elektro-informatikai intézménnyel kivitelezettük a komplex hardver és szoftver rendszer kísérleti mintapéldányát, amellyel a elvégeztük a kísérleti vizsgálatokat az MH Egészségügyi Központ Sebészeti Osztályán.

Az új eszköz, a hozzátartozó szoftverrel együtt olyan nem-invazív módszert kínál, amivel a gyomor-bélhuzam működési aktivitása folyamatosan monitorozható a páciens különösebb zavarása nélkül. A felületi, extra-abdominális elektródák útján rögzíthető electro-gastro-intestinogram (EGIG) hasznos, új eszköz lehet a GI rendszerrel dolgozó sebész kezében. Ezzel a módszerrel invazív beavatkozás nélkül kimutatható a rendellenes intestinalis aktivitás, és különösen az, ami csökkent vagy leálló motoros funkcióval jár együtt, rövid időn belül, és anélkül, hogy a beteget bonyolult berendezésbe kellene helyezni, és az is gyorsan eldönthető, hogy azonnali beavatkozásra van-e szükség.

Az eszköz kis méreténél, és a működéséhez szükséges hordozható (elektromos hálózat-független) számítógépes technológiánál fogva azonnali felvételek készíthetők, sőt ki is értékelhetők a terepen is, akár harctéri körülmények között is, ami a katonaeorvoslás terén is igen hasznossá teszi az új technológiát.

**Kísérleti mérésekkel bizonyítottam, hogy:**

- A hasfalra és/vagy a test más felületére rögzített külső elektródák segítségével regisztrálhatók a gyomor-bélhuzamból származó elektromos jelek;
- az altatásban végzett vizsgálatok során nem változnak a gastrointestinalis traktus területéről nyerhető elektromos jelek karakterisztikájukban az éber állapot során detektálható jelekhez képest;
- a vizsgálatok alkalmával történő enterális stimulációk után rögzíthető elektromos jelek nem térnek el karakterisztikájukban a fiziológiás választól;
- a gyomor esetében 1-3 CPM (0,017-0,050 Hz), a vékonybél esetén 9-13 CPM (0,150-0,217 Hz), a vastagbél esetén 2-4 CPM (0,033-0,067 Hz) azonosítható az információt hordozó frekvenciával. A gyomor aktivitás 2 CPM (0,033 Hz), a vékonybél motorikája 9-13 CPM (0,15 – 0,23 Hz), a vastagbéle pedig kb. 5 CPM (0,083 Hz) frekvenciaértéknél maximális;
- az egészségesek spektruma jellegében hasonló, de egyénre jellemző variabilitást mutat;
- a nyugalmi, éhgyomri értékhez képest az enterális stimuláció után a teljesítménysűrűség spektrumok megváltoznak, ezzel mutatva a motorika változását.

Az elvégzett vizsgálatok leírása után fejezetenként saját részkövetkeztetéseket adok meg, majd az új tudományos eredmények megfogalmazását megelőzően összegezett következtetéseket adok közre.

Az értekezés tartalmazza továbbá a következő elemeket:

- az új tudományos eredményeket;
- az ajánlásokat;
- konkrét ajánlást a kutatási eredmények gyakorlati felhasználhatóságára;
- köszönetnyilvánítást;
- a hivatkozott irodalom jegyzékét;
- a kutatási témakörből készült saját publikációk jegyzékét.

## **5. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK**

A releváns hazai és nemzetközi szakirodalom értékelő áttekintése alapján megállapítottam, hogy sem a hasi sérülések diagnosztikájában, sem a terápiában sincs olyan eljárás, mely a hasüregi kórfolyamatok alakulását monitorozni lenne képes mind a prehospitális, mind a hospitalis időszakban. Mivel a hasi sérültek állapota folyamatos változásban lehet az ellátás szintjein való transzportja során, továbbá a sikeres betegellátást nagyban meghatározza, hogy a hasi sérüléstől az oki terápiáig mennyi idő telik el („aranyóra”), ezért feltétlenül szükség lenne egy ilyen eljárás és eszköz együttesre.

A kutatás első szakaszában klinikai vizsgálatok előtt preklinikai állatkísérletet végeztem/végeztünk patkányokon, annak igazolására, hogy a hasüregben lévő szervekről kontakt módon történő jelfelvétel megegyezik-e a bőrfelszínéről rögzíthető jelekkel. Az állatkísérletes modellen végzett vizsgálat eredményei az irodalomban fellelhető adatoknak megfelelően zárultak. A humán vizsgálatok – etikai engedélyezését követően - laparoszkópos úton hasüregbe juttatott elektródák segítségével szimultán jelfelvételt végeztem a hasüregben fixált, és a bőrön elhelyezett elektródok segítségével. A kísérlet eredményének birtokában további, már nem invazív, humán kísérleti modelleket állítottam össze, az EGIG sajátosságainak vizsgálatára. Magyarországon először végeztem humán kísérletet a hasüregi és a bőrfelszínéről történő jelfelvétel vizsgálatára. A releváns hazai és nemzetközi irodalom áttekintése után, úgy találtam, hogy az eddigi kísérletek kizárólagosan a gyomor elektromos tevékenységénél jártak eredménnyel. Mérési eredményeim alapján elsőként határoztam meg a gyomor-bélhuzam szakaszainak jellemző elektromos frekvenciákat. Szintén elsőként végeztem humán-klinikai EGIG jelfelvételt és értékelést egészséges, fiatal populációban. Először regisztráltam gastrointestinalis traktus kóros állapotaiban EGIG jeleket, olyan betegeknél, akiknél későbbiekben a műtéti lelet birtokában végeztem kiértékelést.

Először végeztem több órán keresztül tartó, megszakítás nélküli EGIG jelfelvételt és értékelést fiziológias életkörülmények között.

A gastrointestinalis traktus vizsgálatában elsődlegesen az endoszkópos, valamint a radiológiában ismeretes képalkotó eljárásoknak van "kulcs" szerepe. Nagy hátrányuk ezen vizsgáló eljárásoknak, hogy a gyomor-bélhuzam működéséről, funkciójáról nem szolgáltatnak adatot (pl. ürülés, stb.).

Mivel a gyomor-bélhuzam leegyszerűsítve egyetlen hosszú cső, melyet bonyolult neuro-hormonális szabályozás kapcsol egy egységgé, kézenfekvő vizsgálati mód lehetne ezen szabályozás valamely elemének mérhetővé tétele. Ebben a bonyolult neuro-hormonális szabályzó hálózatban a belső (intrinsic) plexusok alkotják a végső közös utat: minden külső és felsőbb szabályozó hatás ezekre a neuronokra fut össze, és a helyi szabályozás módosításán át érvényesül. Bár az enzim és emésztőnedv termelés természetesen a GI rendszer működésének centrális eleme, a GI rendszer működésének épségét a gyomor és a belek motilitásán keresztül szokás monitorozni. A gyomor és belek mozgása a simaizmok kontrakciójának függvénye, ezt pedig a rendszeren belül generált myo-elektromos változások generálják. Ezért lehetséges a GI rendszer működését a myo-elektromos jelek regisztrálása útján is monitorozni, hiszen ezek elsősorban az intrinsic neuronális hálózat termékei, így a belső szabályozást reprezentálják. Annak ellenére azonban, hogy a gyomor elektromos aktivitását már elég régóta vizsgálják az electro-gastrogram (EGG) segítségével (ld. alább), nagyon kevés kísérletet tettek arra, hogy az egész GI rendszert vizsgálják elektromos jelek folyamatos és párhuzamos regisztrálása révén, és ezáltal az egész rendszer működéséről is képet tudjanak alkotni.

A teljes gastro-intestinum rendszer szimultán monitorozása lehetővé tenné a rendszer épségének gyors megítélését, továbbá egy gyomor-bélrendszert érintő műtétet követően a sebész számára a műtét következményeinek ellenőrzését. Ezekben a feladatokban nagy előnyt jelentenek a nem-invazív technikák, hiszen az orvos gyors és kiterjedt információhoz juthat a beteg különösebb zavarása nélkül.

Az ilyen nem-invazív technikák egyik különleges alkalmazási területe a minősített helyzetben történő akut hasi kórképben szenvedők vizsgálata, hiszen a helyszínen gyors vizsgálattal lehetne információhoz jutni a felszíni elektródák és mobil regisztráló eszközök segítségével. Ilyen esetben ugyanis az orvosnak nagyon rövid idő (az ún. „arany-óra”) áll csak rendelkezésére annak eldöntéséhez, hogy a sérült ellátása mennyire sürgős, igényli-e az azonnali beavatkozást, ezért számára elsőbbséget kell-e biztosítani a hátszágba szállítás szűk kapacitásán belül, avagy esetleg halasztható az ellátása.

## 6. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A releváns hazai és nemzetközi szakirodalom mélyreható elemzésével *elsőként jutva arra a felismerésre*, hogy az elektro-intestinogram (EIG) és az elektro-gastrogram (EGG) együttesen alkalmas lehet a gyomor-bélrendszer működésének folyamatos monitorizálására, **megteremttem a test felszínére applikált, elektródák útján rögzíthető electro-gastro-intestinogram (EGIG), mint új nem-invazív eljárás- és eszközrendszer kísérleti mintapéldányának, valamint a kapcsolódó hardver és szoftver rendszer elvi alapjait.**
2. Kísérletező kutató munkával **kifejlesztettem az Elektrogasztrográfiás Myograph Vizsgálati Rendszert, majd az Experimetria Orvosbiológiai Kutató, Fejlesztő és Gyártó Kft. által megépített Elektrogasztrográfiás Myograph Vizsgálati Rendszer segítségével, a MH Egészségügyi Központ Sebészeti Osztályán, a Regionális Etikai Bizottság Engedélyével kísérleti méréseket végeztem, amelyekben állatkísérletekkel, majd humán vizsgálatokkal igazoltam**, hogy a hasfalra és/vagy a test más felületére rögzített külső elektródák segítségével regisztrálhatók a gyomor-bélhuzamból származó elektromágneses jelek, és ezek megfeleltethetők az ott zajló aktuális (motilitási) folyamatoknak; továbbá, a laparoszkópos úton bejuttatott, intramuralisan applikált elektródák útján rögzített jelek analízisének eredménye nem tér el azokétól, amelyeket a testfelületre helyezett elektródák segítségével rögzítettünk, és így összességében **bizonyítottam, hogy a nem-invazív eljárással rögzített jel megfelel az invazív eljárással rögzítettnek.**
3. **Kísérleti úton eddig nem ismeretes, értékes adatokat mértem és megállapításokat tettem, nevezetesen:** az altatásban végzett vizsgálatok során nem változnak a gastrointestinalis traktus területéről nyerhető elektromágneses jelek karakterisztikájukban az éber állapot során detektálható jelekhez képest; a vizsgálatok alkalmával történő enteralis stimulációk után rögzíthető elektromágneses jelek nem térnek el karakterisztikájukban a fiziológiás választól; a gyomor esetében 1-3 CPM (0,017-0,050 Hz), a vékonybél esetén 9-13 CPM (0,150-0,217 Hz), a vastagbél esetén 2-4 CPM (0,033-0,067 Hz) azonosítható az információt hordozó frekvenciával, a gyomor aktivitás 2 CPM (0,033 Hz), a vékonybél motorikája 9-13 CPM (0,15 – 0,23 Hz), a vastagbéle pedig kb. 5 CPM (0,083 Hz) frekvenciaértéknél maximális; az egészségesek spektruma jellegében hasonló, de egyénre jellemző variabilitást mutat; a nyugalmi, éhgyomri értékhez képest az enteralis stimuláció után a teljesítménysűrűség spektrumok megváltoznak, ezzel mutatva a motorika változását.

## 7. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK GYAKORLATI FELHASZNÁLHATÓSÁGA

Az új eszköz, a hozzátartozó szoftverrel együtt olyan nem-invazív módszert kínál, amivel a gyomor-bélhuzam működési aktivitása folyamatosan monitorozható a páciens különösebb zavarása nélkül. A felületi, extra-abdominalis elektródák útján rögzíthető electro-gastro-intestinogram (EGIG) hasznos, új eszköz lehet a GI rendszerrel dolgozó sebész kezében. Ezzel a módszerrel invazív beavatkozás nélkül kimutatható a rendellenes intestinalis aktivitás, és különösen az, ami csökkent vagy leálló motoros funkcióval jár együtt, rövid időn belül, és anélkül, hogy a beteget bonyolult berendezésbe kellene helyezni, és az is gyorsan eldönthető, hogy azonnali beavatkozásra van-e szükség.

Az eszköz kis méreténél, és a működéséhez szükséges hordozható (elektromos hálózat-független) számítógépes technológiánál fogva azonnali felvételek készíthetők, sőt ki is értékelhetők a terepen is, akár harctéri körülmények között is, ami a katonáorvoslás terén is igen hasznossá teszi az új technológiát. Érdemes megjegyezni azonban, hogy a most ismertetett vizsgálatok csak általánosságban mutatják meg a módszer és az eszközök hatékonyságát, de semmiképpen nem szolgálnak referenciaként más, főleg klinikai vizsgálatokhoz. Ahhoz, hogy egy ilyen rendszert nagy biztonsággal és gyorsasággal lehessen alkalmazni, szükséges egy széleskörű és módszeres alapvizsgálat elvégzése, egyfajta „szótár” készítése, amelynek révén az osztályon, vagy pláne a terepen dolgozó orvos megbízható diagnózist tud készíteni.

További lehetőséget jelent az eszköz alkalmazása extrém körülmények között fennálló állapotok vizsgálatára, például olyanokra, ahol a személyek zsigeri szervei igen nagy terhelésnek vannak kitéve, és/vagy ahol a személy szokatlan mértékű stresszt szenvednek el. Ilyen körülményeket élhetnek át például a harci repülőgépek pilótái, amikor akár 10G terhelést is el kell viselniük egyes manőverek közben. Egyelőre nagyon keveset tudunk a repülési körülmények között vagy közvetlenül utánuk bekövetkező visceromotoros változásokról, az új eszköz alkalmazása ezen a területen is jelentős előrelépést hozhat.

## 8. AJÁNLÁSOK

Mint a Bevezetésben említettem, szórványos irodalmi adatok ismeretében jutottam arra a véleményre, hogy a gyomor-bélhuzam funkciójának elektrofiziológiai vizsgálata, és a mérési eredményeknek megfelelő matematikai, statisztikai analízisében rejlő információk segítségével lehetnek a hasi és az akut hasi kórképet vizsgáló, kezelő egészségügyi személyzetnek. Napjainkban elvárásként fogalmazódik meg, hogy a műveleti egészségügyi ellátás színvonalának meg kell egyeznie a békeidős ellátás színvonalával, az ellátók „idő dependenciájától” függetlenül.

A kísérletes munka elvégzése során megszerzett tapasztalatok birtokában azt gondolom, hogy a következő lépések állnak még előttünk ahhoz, hogy a metodika valódi vizsgálati értékét megismerhessük:

- Statisztikai vizsgálathoz elégséges egészséges mérést tanácsos végezni a normál EGIG és varianciájának meghatározásához. A standardizálást célzó méréseket prolongáltan szükséges végezni a reakciók egyéni variabilitása miatt.
- Célszerűnek látszik az EKG-hoz hasonlóan egy egységes (anatómiai egységre specifikus) jelrendszert regisztrálni a gyomor-béltraktus különböző szakaszairól kóros állapotokban, mely mérések eredményét a talált műtéti lelettel kell összevetni.
- Természetesen a kívánt eredmény elérésének céljából a betegség csoportoknak megfelelően összehangolt multi-centrikus study-k végzése kívánatos.
- A fentebb részletezett első vizsgálati sor eredményessége esetén a következő lépést a hadszíntéren, missziókban, minősített helyzetekben történő kipróbálás jelenthetné. Ezekben az esetekben történő egészségügyi ellátás során az ellátási láncolatban az első szakvizsgálattól, a szükséges transzportok időtartamán át, az első szakorvosi döntés megszületéséig, a rendelkezésre álló diagnosztikai eljárások mellett helye lehet a nem invazív EGIG vizsgálatnak. A missziós kipróbálás sok adatot szolgáltatna a mozgás közbeni használhatóságról, jól modellezhetné a minősített helyzetekben való felhasználhatóságot.
- A több órán át tartó jelfelvétel eredményeinek kiértékelése hívta fel a figyelmet arra, hogy stressz helyzetekben a gyomor-bélhuzam elektromos aktivitása prompt megváltozik. Statisztikailag megfelelő számú mérés eredményének feldolgozása után azt gondolom, hogy a metodika kiegészítő vizsgálati eljárásként kapcsolódhat a polygráf-os vizsgálatokhoz, valamint értékes információkat szolgáltatna a stressz tűrő képesség megítélésében az alkalmassági vizsgálatok során.

## 9. A DOKTORJELÖLT TÉMÁVAL KAPCSOLATOS PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE

1. **L. Fekete**, B. Bakity, A. Micskó, Zs. Baranyák, Gy. Bárdos: Non-invasive electro-gastro-intestinogram (EGIG) recording under physiological conditions. *Academic and Applied Research in Military Science 2014: Közzétételre elfogadva* (in press)
2. **Fekete L.**, Nagygyörgy Á., Diamant P. K., Halmy Cs., Zentai Á.: Radialis lökéshullám kezelés szerepe nagyméretű ulcus cruris gyógyításában (esetismertetés). *Orvosi Hetilapba közlésre leadva 2014*
3. **Fekete L.**, Nagygyörgy Á., Diamant P. K., Zentai Á.: Extracorporalis lökéshullám kezeléssel szerzett első tapasztalataink diabéteszes láb kezelésében (esetismertetés), *Hadmérnök 2014: Közzétételre elfogadva*
4. Bakity B., László Sz., Záborszky Z., **Fekete L.**: A vákumasszisztált hasfalzárás (VAC) az ideiglenes hasfalzárás egyik lehetséges alternatívája. *Magyar Sebészet 2010, 63(4):230.*
5. Záborszky Z., Bakity B., **Fekete L.**, Orgován Gy.: Hogyan befolyásolható a hasi compartmen szindróma kialakulása? *Honvédorvos 2008, 59(3-4):135-142.*
6. **Fekete L.**, Bánfai K., Horváth L., Kiss P., Orgován Gy.: Malignus vékonybél-daganatokról szerzett tapasztalataink osztályunk öt éves beteganyagában. *Magyar Sebészet 2004, 57(4):209-213.*
7. Orgován Gy., Kovács G. Cs., **Fekete L.**, Bakity B., Záborszky Z., Tauzin F.: Szemléletváltozások a sebészi gyakorlatban az MH Központi Honvédkórház Általános Sebészeti Osztályán. *Honvédorvos 1999, 51(1-2):14-32.*
8. Orgován Gy., Kovács G. Cs., **Fekete L.**, Záborszky Z.: Has lövési sérüléseinek ellátási taktikája. *Honvédorvos 1997, 49(3):145-154.*



9. Bakity B., Kovács G. Cs., Orgován Gy., **Fekete L.**, Záborszky Z.: Changes in colorectal surgery at our department during a 10 year period. *Br. J. Surg.*, 1998, 85(2. suppl.)
10. Orgován Gy., **Fekete L.**, Kovács G. Cs., Bakity B., Záborszky Z.: Our experiences obtained in the course of performing laparoscopic cholecystectomy (LC) in acute cholecystitis. *Br. J. Surg.*, 1998, 85(2. suppl.):118
11. Orgován Gy., Tauzin F., **Fekete L.**, Kovács G. Cs., Kiss P.: Szövődmények, valamint az UH-os utánkövetés eredményességének retrospektív vizsgálata 650 Laparoscopos cholecystectomia kapcsán (L.C.). *Magyar Sebészet* 1996, 49(6):173.
12. Orgován Gy., **Fekete L.**, Tauzin F., Bakity B., Szentesi M., Kovács G. Cs.: Laparoscopos cholecystectomia 350 eset kapcsán. *Honvédorvos* 1994, 46(3):145-151.
13. Orgován Gy., Tauzin F., **Fekete L.**, Bakity B., Szentesi M., Kiss P.: A Laparoscopos cholecystectomia határai 200 eset kapcsán. *Magyar Sebészet* 1994, 47(6):40.
14. Orgován Gy., **Fekete L.**: Beszámoló a laparoscopos colon-, vékonybél, rectumsebészeti kurzusról. *Honvédorvos* 1994, 46(1):58-59.

## 10.A DOKTORJELÖLT SZAKMAI-TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA

### Személyi adatok

Név: Dr. Fekete László  
Születés helye: Eger  
Születés ideje: 1963. március 14.  
Munkahelyi cím: Magyar Honvédség Egészségügyi Központ  
I.Sebészeti Osztály, Általános Sebészeti Részleg  
1134 Budapest, Róbert Károly krt. 44.  
Lakcím: 2120 Dunakeszi, Nándorfehérvár u. 26.  
Email cím: doktorfeketelaszlo63@gmail.com  
Telefonszám: +36 20/9324-172

### Szakképzettség

1988 általános orvosi diploma Semmelweis Orvostudományi Egyetem  
Általános Orvostudományi Kar  
1995 Sebészet szakvizsga  
1999 Honvédorvostan-katasztrófaorvostan szakvizsga

### Nyelvismeret

1998 angol Pitman Intermediate nyelvvizsga  
(honosítva 1998 középfokú „C” állami nyelvvizsgaként)  
Orosz alapfok „C”

### Beosztás

1988-1991 csapatszolgálat (*Dandár Egészségügyi Szolgálatfőnök Jászberény*)  
1992-2009 sebész adjunktus  
2009-től jelenleg is osztályvezető főorvos-helyettes

### Szakmai tagság

Magyar Orvosi Kamara  
Magyar Sebész Társaság  
Magyar Gasztroenterológiai Társaság  
Magyar Katasztrófa-orvostani Társaság  
Magyar Onkológusok Társasága  
Európai Pancreas Club

## **Pályázatok**

1986 A heveny hasnyálmirigy-gyulladás diagnosztikája, korszerű kezelés rehabilitációja címmel első díjas rektori pályázat

## **Tanfolyamok, továbbképzések**

1993 Laparoscopos alaptanfolyam SOTE I. sz. Sebészeti Klinika Budapest

1993 Laparoscopos bélsebészeti tanfolyam Cincinnati, U.S.A.

1995 Laparoscopos hepato-biliaris és pancreas sebészeti tanfolyam Strasbourg, Franciaország

1996 Laparoscopos intracorporalis varrástechnika tanfolyam POTE  
Kísérletes Sebészeti Klinika

1995 Általános Lasertechnikai tanfolyam Budapest

1993 Amerikai-Magyar Katonaorvosi Konferencia Balatonkenese

1996 Amerikai-Magyar Katonaorvosi Konferencia Landstuhl, Németország

1998 Amerikai-Magyar Katonaorvosi Konferencia Chiemsee, Németország

2000 Háborús sérültek ellátása a harcmezőn PFP tanfolyam Hilversum, Hollandia

2000 Amerikai-Magyar Katonaorvosi Konferencia Passau, Németország

2003 Amerikai-Magyar Katonaegészségügyi Konferencia, Budapest

## **Tudományos munka**

Közlemények száma: 33

Poszterek, előadások: 80

2012-ben egyéni felkészülőként jelentkeztem a Nemzetvédelmi Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájába. 2 éves kutatómunka során metodikát sikerült kidolgoznom a hasüregi gyomor-bélrendszer elektromos tevékenységének detektálására. A kutatási eredményeket összefoglaló PhD értekezésem Electro-gastro-intestinográfia (EGIG): egy új nem-invazív eljárás a hasi funkciók monitorizálására címmel kerül elbírálásra.

Budapest, 2014. október 09.

Dr. Fekete László orvos alezredes