A magyar és a nemzetközi kéztartás összehasonlítása cardiopulmonalis resuscitatio során

Doktori értekezés

Dr. Diószeghy Csaba

Semmelweis Egyetem
Doktori Iskola

Tudományági Doktori Iskola: Elméleti Orvostudományok
Program: Szív- és érrendszeri betegségek élettana és klinikuma
Programvezető: Dr. Merkely Béla MD, PhD, DSc egyetemi tanár
Témavezető: Dr. Merkely Béla MD, PhD, DSc egyetemi tanár

Hivatalos bírálók:	**Dr. Lőrincz István MD, PhD tanszékvezető egyetemi docens**
	Dr. Zima Endre MD, PhD egyetemi adjunktus
Szigorlati bizottság elnöke:	**Dr. Préda István MD, PhD, DSc egyetemi tanár**
tagjai:	**Dr. Orgován György MD, PhD osztályvezető főorvos**
	Dr. Becker Dávid MD, PhD egyetemi adjunktus

Budapest
2011

Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke 5

1. Bevezetés 6

1.1. A mesterséges keringés fenntartása mellkaskompressziókkal 8

1.2. A mellkasi kompressziók hatásmechanizmusa 9

1.3. A megfelelő kéztartás meghatározása 12

1.3.1. A "nemzetközileg ajánlott" módszer 13

1.3.2. A "tradicionális magyar" kéztartás 14

2. Célkitűzések 16

2.1. Problémafelvetés 16

2.2. Saját kutatásaink célkitűzése 17

3. Módszerek 19

3.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása 19

3.1.1. A vizsgálat célja 19

3.1.2. Vizsgálati módszer 19

3.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítása 23

3.2.1. A vizsgálat célja 23

3.2.2. Vizsgálati módszer 23

3.3. Eltérő kéztartásokkal végzett kompressziók hatása a segélynyújtó fáradására 28

3.3.1. A vizsgálat célja 29

3.3.2. Vizsgálati módszer 29

3.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat 30

3.4.1. A vizsgálat célja 31

3.4.2. Vizsgálati módszer 31

3.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére: prospektív obszervációs klinikai vizsgálat 33

3.5.1. A vizsgálat célja 33

3.5.2. Vizsgálati módszer 34

4. Eredmények 39

4.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása 39

4.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítására végzett vizsgálat eredményei 44

4.3. A segélynyújtók fáradását összehasonlító vizsgálat eredményei 48

4.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat eredményei 50
4.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére: prospektív obszervációs klinikai vizsgálat eredményei 53

5. Megbeszélés 58

5.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása 58
5.1.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése 58
5.1.2. A vizsgálat korlátai 61
5.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítása 62
5.2.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése 62
5.2.2. A vizsgálat korlátai 64
5.3. Az eltérő kéztartásokkal végzett kompressziók hatása a segélynyújtó fáradására 65
5.3.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése 65
5.3.2. A vizsgálat korlátai 66
5.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat 66
5.4.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése 66
5.4.2. A vizsgálat korlátai 68
5.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére 69
5.5.1. A klinikai vizsgálat eredményeinek megbeszélése 69
5.5.2. A vizsgálat korlátai 74
5.6. Az oktatás szerepe és etikai megfontolások 76
5.6.1 Saját vizsgálatunk az oktatás szerepéről a resuscitatio etikai vonatkozásaiban 76

6. Következtetések 78

6.1. Van-e valós különbség a két mellkaskompressziós módszer között a nyomás alá helyezett felületet illetően? 78
6.2. Különbözik-e a két kéztartással tartósan végzett mellkasi kompresszió a haemodynamikai szempontból optimálisnak tartott frekvencia, mélység és teljes felengedés betarthatóságát illetően? 79
6.3. Fárasztóbb-e valamelyik kéztartással végzett mellkasi kompresszió a másikhoz viszonyítva? 79
6.4. Különbözik-e a két módszer oktathatósága illetve a két eltérő módszerrel oktatott mellkaskompresszió készségének felidézési képessége ("skill retention")? 80

6.5. Eltérőek-e a két különböző kéztartással végzett mellkasi kompressziók haemodynamikai hatásai? *81*
6.6. Van-e eltérés a két eltérő kéztartással végzett cardiopulmonalis resuscitatiók túlélése között? *81*
6.7. Vizsgálatainkból származó új eredmények *82*

7. Összefoglalás **83**

Irodalomjegyzék **84**

Saját publikációk jegyzéke **94**

a) A dolgozatban felhasznált közlemények *94*
b) A dolgozatban felhasznált könyvek, könyv-fejezetek *95*
c) A dolgozatban felhasznált abstractok *95*

Köszönetnyilvánítás **96**

Rövidítések jegyzéke

ACD-CPR	Active Compression Decompression Cardiopulmonalis Resuscitatio - aktív kompresszió-dekompresszió újralesztés
AHA	American Heart Association - Amerikai Kardiológus Társaság
ALS	Advanced Life Support - Emelt szintű újraélesztés
ARR	abszolút rizikó csökkenés
ASY	asystolia
AV	atrio-ventricularis
BLS	Basic Life Suport - Alapfokú újraélesztés
CI	konfidencia intervallum
CoPP	coronaria perfúziós nyomás
CPR	cardiopulmonalis resuscitatio
DNR	"Do Not Resuscitate" - nem újraélesztendő
ERC	Európai Resuscitatios Társaság
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation - Nemzetközi Resuscitatios Koordinációs Tanács
ITO	Intenzív Terápiás Osztály
JAMA	Journal of American Medical Association
JFK	Jahn Ferenc Kórház
KAITO	Központi Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Osztály
KRSz	Kórházi Resuscitatios Szolgálat
LUCAS	Lund University Cardiopulmonary Assist Device
MB	Mercedes-Benz
PEA	pulzus nélküli elektromos aktivitás
P_{VC}	vena cava superior nyomás
ROSC	spontán keringés helyreállása
RRR	relatív rizikó csökkenés
SBO	Sürgősségi Betegellátó Osztály
STD	standard deviáció
TEE	transoesophagealis echocardiographia
UK	Egyesült Királyság
USA	Amerikai Egyesült Államok
VF	kamrafibrilláció
VO_2	oxigén felvétel

1. Bevezetés

Hazánkban évente mintegy 3200 kórházon kívüli újraélesztéshez riasztják a mentőket[1]. Sajnos a kórházon belüli váratlan keringésmegállások miatt kezdeményezett resuscitatiok gyakoriságára jelenleg nincs megbízható adat, saját régebbi vizsgálataink 13-18/10.000 fekvőbeteg /év gyakoriságra engedtek következtetni[2]. Az újraélesztések túlélése elsősorban a gyors és szakszerű beavatkozások láncolatán múlik, melynek elemei a (1) korai felismerés, a (2) korai alapszintű újraélesztés, a (3) korai defibrilláció és a (4) korai emelt szintű majd postresuscitatios terápia (1.1. ábra) [3].

1.1. ábra: a "Túlélési Lánc" (Cummins, 1991, Circulation után)

Bár a szív eredetű váratlan keringésmegállások döntő többsége malignus kamrai ritmuszavar miatt alakul ki, melyet 3-4 percen belül alkalmazott defibrillációval igen jó hatásfokkal lehet kezelni [4], a gyakorlat sajnos azt mutatja, hogy a defibrillátorhoz jutás ennél sokkal tovább tart. Éppen ezért ilyen esetekben a resuscitatiok túlélése leginkább attól függ, hogy a kiváltó ok eliminációjáig (pl. defibrillálás kamrafibrilláció esetén) történik-e megfelelő hatékonyságú mellkasi kompresszió, biztosítva ezáltal az életfontos szervek perfúzióját [5]. Minthogy erre az esély akkor a legjobb, ha a keringésleállást észlelő személy azonnal meg tudja ezt kezdeni, a laikus közönség minél szélesebb körű bevonására van szükség [6].

A zárt szívmasszázst azaz a mellkasi kompressziók módszerét 1960-ban Kouwenhoven és mtsai közölték le először[7]. Az általuk javasolt módszer a mesterséges keringés fenntartására meglehetősen hatékonynak bizonyult és hamarosan az egész világon elterjedt. Mivel a módszer nem igényel eszközt, és mindenki által végezhető, a laikus elsősegélynyújtási készségek egyik

sarokkövévé vált, bizonyítottan javítva ezzel a kórházon kívül bekövetkező hirtelen halál túlélési esélyét [8-10]. A kompressziók végzésének pontos módszertanát, ideértve a segélynyújtó testének, karjának és kezeinek elhelyezkedését azért kellett nagy pontossággal meghatározni, hogy mind a szakképzésben mind a laikus elsősegélynyújtás oktatásban konzekvens módon lehessen azt alkalmazni.

Magyarországon az elmúlt 50 évben a nemzetközileg egységesen ajánlott kéztartástól némiképp eltérő kéztartás honosodott meg. A két eltérő (nemzetközileg javasolt és hagyományos magyar) kéztartást összehasonlító vizsgálat nem történt, így amikor 2001-ben a Magyar Resuscitatios Társaság megalakult és az Európai Resuscitatios Társaság által javasolt újraélesztési protokollok magyarországi bevezetését szorgalmazta, a kéztartásban (valamint a lélegeztetésben) megmutatkozó különbségek miatt csak igen nagy nehézségek árán sikerült a hazai szakmai közönséggel egy, az akkor rendelkezésre álló evidenciákra alapuló konszenzust létrehozni. Ugyanakkor az is nyilvánvalóvá vált, hogy a kétféle egymástól eltérő kéztartás egyidejű oktatása mind a szakképzésében mind a laikus elsősegélynyújtási hálózat továbbfejlesztésében nehézséget jelenthet, így a protokoll egyszerűsítése, ezzel pedig a kérdés mihamarábbi eldöntése szükséges.

Ehhez a két eltérő mellkaskompressziós technika tudományos igényű összehasonlító elemzése szükséges. Ennek során meg kell állapítani, hogy van-e különbség köztük:

- a mellkasi kompresszió fizikai jellemzőit illetően;
- a kompressziók fiziológiás hatását illetően;
- a kompressziót végző segélynyújtóra kifejtett hatást nézve;
- és a klinikai hatékonyságot tekintve.

Amennyiben a két kéztartás közül az egyik bizonyíthatóan hatékonyabb, a továbbiakban annak alkalmazását kell szorgalmazni. Amennyiben a két kompressziós technika között nincs különbség, a kiválasztandó módszer konszenzuson kell alapuljon, amely a hazai szakemberek számára elfogadható.

Jelen dolgozat összefoglalja mindazokat a vizsgálatokat, melyet 2001 és 2006 között ennek a kérdésnek a tisztázása érdekében végeztünk, majd konkrét javaslatot tesz az újraélesztési protokoll felülvizsgálatára.

1.1. A mesterséges keringés fenntartása mellkaskompressziókkal

A cardiopulmonalis resuscitatio modern történelmének kezdetét többnyire Kouwenhoven, Jude és Knickerbocker 1960-ban a JAMA-ban megjelent közleményéhez kötik, melyben az újraélesztésben alkalmazandó zárt szívmasszázs elméletét és gyakorlatát közölték[7]. Az általuk a keringés mesterséges fenntartására javasolt egyszerű de hatékony módszer azóta is az újraélesztés alapköve (1.2. ábra). Hatásmechanizmusát tekintve Kouwenhoven eredeti közleményében "egyértelműnek" tekintette, hogy a szív a sternum és a gerincoszlop közti elhelyezkedése következtében a mellkasi kompressziók hatására összenyomódik és az így generált nyomás a szívbillentyűk passzív működtetése révén anterográd véráramlást hoz létre[7]. Ezen úgynevezett "szív-pumpa mechanizmus" elmélete azonnal elfogadottá vált és egészen a hetvenes évekig nem is merült fel alternatív javaslat, mígnem Criley és mtsai 1976-ban közölték 8 beteg esetleírását, melyben szívkatéteres intervenció közben kialakult kamrafibrilláció (VF) során az artériás "systolés" vérnyomás átlagosan 139 Hgmm körül volt tartható azáltal, hogy a betegeket 1-3 másodpercenként fenntartott erőteljes köhögésre biztatták [11]. Ez az úgynevezett "köhögéses-CPR" (Cough-CPR) egyértelműen az intrathoracalis nyomásviszonyok változásával (úgynevezett "mellkasi pumpa mechanizmus") volt csak magyarázható, és megnyitotta az utat a következő évtizedek kutatásainak, melyben a mesterséges keringés fenntartásának zárt mellkasi kompressziókkal történő fenntartásáért szerepet játszó hatásmechanizmust keresték.

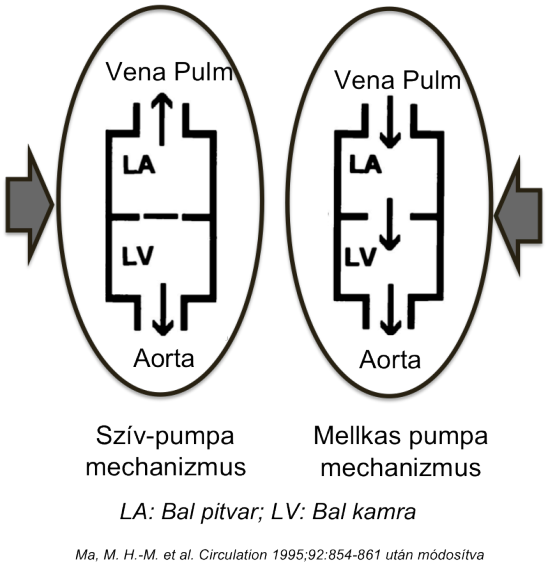
Fig 2.—Position of hands during massage of adult.

1.2. ábra: Mellkasi kompressziók ábrázolása Kouvenhowen eredeti közleményében (Kouwenhoven, JAMA, 1960;173:1064)

1.2. A mellkasi kompressziók hatásmechanizmusa

A Kouwenhoven által javasolt szív-pumpa mechanizmus elmélete szerint a szív bal és jobb kamrája a sternum és a gerincoszlop között elhelyezkedve a kompresszió fázisában ("systole") összenyomódik. A megemelkedett intrakavitális nyomás passzív módon bezárja a mitrális és tricuspidalis billentyűket és a vért az aorta illetve a pulmonalis artéria felé préseli. A mellkaskompresszió felengedési fázisában ("diastole") a szív passzív módon kitágul és a vénás rendszerben tárolt rezervből újratelődik[7, 12]. Később ezt a működési mechanizmust több echocardiographiás vizsgálat is alátámasztotta, amelyek a mitrális billentyűk mozgásából[13], az aorta különböző szakaszainak tágulásából[14], illetve kontraszt echocardiographiával vagy doplerrel mért egyidejű bal pitvar felé mutató retrográd és bal kamrából az aorta felé mutató anterográd áramlás[15, 16] jelenlétéből következtetett a szív pumpafunkciójára mellkasi kompressziók alatt.

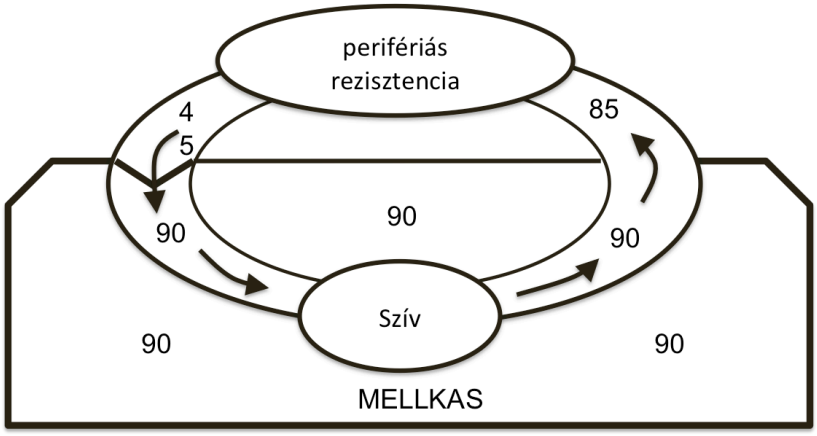
A szívpumpa-mechanizmussal a hetvenes évektől kezdődően szembeállított "mellkas pumpa mechanizmus" elmélete szerint a mellkasi kompressziókkal létrehozott intrathoracalis nyomás emelkedés a mellkasi vér-rezervoir tartalmát az extrathoracalis erek felé nyomja, míg az anterográd áramlásért elsősorban a thoracalis bemenetnél található vénás billentyűk valamint az artériás és vénás érrendszer közti anatómiai különbségből adódó eltérő rezisztencia viszonyok felelősek[12, 17]. Ezen elmélet szerint a szív csupán mint passzív konduktor szerepel, az atrio-ventricularis (AV) billentyűk a kompressziók során végig nyitva maradnak[18]. (1.3. ábra). A mellkasi kompressziók során regisztrált intrathoracalis és extrathoracalis nyomásértékek ugyancsak a mellkasi pumpa mechanizmust látszanak alátámasztani azáltal, hogy az intrathoracalis nagyvénákban és az aortában a kompresszió "systole" fázisában közel azonos nyomásértékek regisztrálhatók [17, 19]. (1.4. ábra)



1.3. ábra: A vér áramlásának iránya mellkasi kompressziók alatt a szívpumpa és a mellkasi pumpa mechanizmusok elmélete szerint

Az utóbbi két évtizedben megsokasodó cardiopulmonalis resuscitatio alatti transthoracalis és főleg transesophagealis (TEE) echocardiographiás vizsgálatok a kérdés megválaszolását korántsem egyszerűsítették le. Ma és mtsai 17 betegen újraélesztés közben végzett TEE vizsgálatai azt látszottak alátámasztani, hogy a mellkasi kompressziók működési mechanizmusa különböző betegekben különböző lehet [20].

A mellkasi kompressziókkal fenntartott mesterséges keringés pontos hatásmechanizmusa még ma sem pontosan tisztázott. Legvalószínűbbnek tűnik az, hogy mind a szív direkt kompressziója (szív-pumpa) mind pedig az intrathoracalis nyomásváltozás által létrehozott mellkasi pumpa mechanizmus egyidejűleg játszik szerepet. A két mechanizmus közül a jelentősebb szerepet valószínűleg a beteg testalkata illetve mellkas mérete szabja meg: astheniás alkatú, kisebb mellkasi átmérővel rendelkező betegeknél a szív direkt összenyomása, míg nagyobb mellkas mérettel rendelkező betegeken a mellkasi nyomásváltozások szerepe kerülhet előtérbe [21].



1.4. ábra: a mellkasban mérhető nyomások a mellkasi kompressziók "systole" fázisában (Shoemaker: Textbook of Critical Care, 1989, WB Saunders, Philadelphia után)

Annyi azonban bizonyos, hogy a mellkasi kompressziók megfelelő kivitelezése, a megfelelő frekvenciával, megfelelő mélységig történő 1:1 arányú lenyomás és felengedés ("duty cycle") valamint a mellkas teljes kitágulásának lehetővé tétele a kompressziók között döntő jelentőséggel bír az így fenntartott mesterséges vérkeringés minőségében és ezáltal az újraélesztés sikerében[22-24]. Jelen dolgozat a mellkasi kompressziók hatékony kivitelezését illetően annak csak egy elemével, a kompressziók során javasolt kéztartással foglalkozik.

1.3. A megfelelő kéztartás meghatározása

A hatékony mellkasi kompressziók kivitelezéséhez a mellkast a középvonalban, a sternum alsó-középső harmadában szükséges lenyomni, percenként mintegy 100-szor, a mellkas átmérőjének kb. egyharmadáig (ami felnőttnél mintegy 4-5 cm-t jelent). A lenyomás után a mellkast teljesen fel kell engedni, hogy az teljesen kitáguljon. A lenyomás és a felengedés időtartama 1:1 arányban kell álljon ("duty cycle")[25, 26]. Ez a módszer nem igényel eszközt és bármikor bárki által elvégezhető. Laikusok elsősegélynyújtási ismeretei között a keringésmegállás felismerése és az alapfokú újraélesztés (Basic Life Support - BLS) megkezdése mellkasi kompressziókkal kiemelt helyen szerepel. Számos tanulmány igazolta, hogy a korán megkezdett mellkasi kompressziók és mesterséges lélegeztetés (Alapfokú Újraélesztés - Basic Life Support, BLS) a kórházon kívüli keringésmegállások túlélésének valószínűségét jelentősen fokozza [9, 27, 28]. A korai alapszintű újraélesztés a túlélési lánc ("Chain of Survival") egyik legfontosabb elemévé vált[3], a szükséges készség oktatása pedig elengedhetetlen eszközévé [29]. Bár a mellkasi kompresszió lényegében egyszerű feladat, annak hatékony oktatása laikusok számára sok esetben nehéz. Sok laikus az újraélesztési kurzus befejeztével sem képes megfelelő minőségű mellkasi kompressziókat végezni és még ez a készség is gyorsan halványul[30]. Az oktatás módszertanának megfelelő kiválasztása, a gyakorlási lehetőség biztosítása valamint a laikusok motiválása a tanulásra és időközönkénti újra-tanulásra kulcsfontosságú. Az ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) 2003-ban kiadott szakmai állásfoglalása kihangsúlyozza, hogy az újraélesztés oktatásának szervezett keretek között, előre meghatározott tematikával és módszertannal kell rendelkeznie [29].

Az oktatás tematikájának egységes, előre tervezhető és számon kérhető formája ezért is fontos. Az újraélesztéssel foglalkozó szakmai irányelvek ezért a laikusok számára is érthető, egyszerű, követhető és hatékonyságában megfelelő mellkasi kompressziós technikát írnak le, részletezve benne a javasolt testtartást, a karok és a kezek szükséges helyzetét [25, 26]. Az újraélesztés oktatásával foglalkozó szakemberektől elvárható, hogy ismerjék ezen leírást és az oktatás során ehhez ragaszkodjanak.

1.3.1. A "nemzetközileg ajánlott" módszer

A mellkasi kompressziók javasolt módszerére a nemzetközi irodalomban meglehetősen egységes leírás illetve ábrázolás szerepel [26, 31, 32] mely lényegében az eredeti Kouwenhoven által közölt kompressziós technikából alakult ki [7] azzal a módosítással, hogy a felül lévő kéz 90 fokos elfordításával az ujjak összekulcsolása is lehetővé vált (1.5. ábra). Ezek szerint a segélynyújtó egyik kezének tövét a kemény alapon hanyatt fekvő beteg mellkasára helyezi úgy, hogy a kéztő a sternum alsó-középső harmadán legyen annak hossztengelyére 90 fokos szögben. Bár a szöveges leírásokban nem mindig szerepel, a mellékelt ábrákon (és oktatási anyagaikban) jól látható, hogy a javasolt módszer szerint a segélynyújtó ujjai a beteg oldala felé néznek, lehetőleg el is emelve azokat a mellkasfaltól, míg másik kezét erre helyezi rá [26, 32-34]. Ezzel a kéztartással a segélynyújtó kéztöve valóban a sternum alsó harmadán, annak hossztengelyével paralell a középvonalban tud nyomást kifejteni, míg másik kezével segíthet a kéz flexiójában, összpontosítva a nyomást az alsó kéz tövére. A mellkasi kompressziókat ezt követően nyújtott könyökkel a csípőben történő elmozdulással - ezáltal a segélynyújtó testsúlyát is kihasználva - kell végezni az előzőleg már említett frekvenciával, mélységgel és duty cycle betartásával [25, 26, 33, 34].

1.5. ábra: a nemzetközileg ajánlott kéztartás mellkasi kompressziók alatt

A nemzetközi irodalomban a mellkasi kompressziók során alkalmazandó kéztartás mindig ebben a formában szerepel, mint "standard" kompressziós

technika, bár ennek a standardnak a bevezetését nem előzte meg semmilyen alternatív módszerrel történő összehasonlítás. Az elmúlt években megjelenő alternatív kompressziós illetve kéztartási technikákat (pl. a fej felől végzett újraélesztés módszerét[35], vagy az Aufderheide és mtsai által vizsgált, a teljes felengedést könnyebbé tevő különböző kéztartásokat[36]) is mindig ehhez a "standard" eljáráshoz hasonlítva vizsgálták.

1.3.2. A "tradicionális magyar" kéztartás

Hazánkban az újraélesztések irodalma a nemzetközi irodalommal egyidőben, azzal sok szempontból párhuzamosan fejlődött az 1950-es évek végétől a 70-es évekig [37]. Arról, hogy a mellkasi kompressziók technikájában a javasolt kéztartás pontosan miért és mikor került a nemzetközi irodalomban közölt módszerhez képest eltérő módon meghatározva nincs megbízható adat, az Országos Mentőszolgálatnál és a Magyar Vöröskereszt elsősegélynyújtó tanfolyamain azonban már a 70-es évek elején is ezt oktatták [38]. Amúgy a magyar kéztartás ugyancsak a Kouwenhoven által javasolt kéztartásból alakult ki, annyi változtatással, hogy az eredeti JAMA-ban közölt képen a segélynyújtó kezeit a magyarországi adaptáció során felcserélték: a felül lévő kéz került alulra (az lett a kompressziót végző kéz) míg az eredetileg kompressziót végző (alul lévő) kéz került fölülre [7].

1.6. ábra: a hagyományos magyar kéztartás mellkasi kompressziók alatt

A hagyományos magyar kéztartás szerint a segélynyújtó a beteg mellkasára, a sternum középvonalában annak hossztengelyében a középső - alsó harmadra helyezi tenyerét oly módon, hogy a kéztő a sternum alsó harmadán helyezkedjen el, az ujjak pedig a beteg feje felé a jugulum irányába mutassanak. A segélynyújtó a másik kezét erre a kézre 90 fokban elfordítva helyezi és esetleg hüvelyk és mutató ujjával átkulcsolja a komprimáló kéz csuklóját (1.6. ábra). A javaslat kiemeli, hogy a kompressziókat a kéztővel kell végezni nyújtott könyökkel a segélynyújtó testsúlyának segítségével [21].

Ezzel a kéztartással végzett újraélesztésre generációkat képeztek ki az elmúlt négy évtized alatt, orvosokat, egészségügyi szakembereket és laikusokat egyaránt. Bár szakmai körökben ismert volt, hogy ez a módszer némiképp eltér a nemzetközi ajánlásokban szereplő kéztartástól, összehasonlító evidencia szintű kutatási eredmények hiányában a változtatás nem tűnt fontosnak, így viszonylag modern szakkönyvek is ennek a kéztartásnak a leírására és tanítására törekedtek [21, 39].

2. Célkitűzések

2.1. Problémafelvetés

Nyman és mtsai 2000-ben publikálták vizsgálatukat, melyben finn és magyar egészségügyi főiskolás hallgatók és nővérek alapszintű resuscitatios képzettségét hasonlították össze. A felmérésben 298 személy vett részt, ebből 35 magyar hallgató, 188 finn hallgató és 75 finn kórházi nővér. A vizsgálatot Laerdal számítógépes fantomon végrehajtott 4 perces újraélesztési szimulációval végezték, melynek során több BLS készséget is mértek: az eszméletlen állapot felmérését, a légutak szabaddá tételét, a pulzusvizsgálatot (2000 előtti protokoll szerint!), a befúvásos lélegeztetést és a mellkasi kompressziókat. Az eredmények azt mutatták, hogy a legtöbb paraméterben (eszméletlenség vizsgálata, pulzusvizsgálat és a befúvásos lélegeztetés) a magyar hallgatók mind a finn nővérek mind pedig a finn hallgatóknál nagyobb arányban teljesítettek megfelelően (eszméletlenség vizsgálata 54% (95% CI 37-71%) vs 16% (95% CI 7,5-25%) és 41% (95% CI 34-48%); pulzusvizsgálat: 9% (95% CI 4-13%) vs 1.3% (95% CI 0-5%) és 3% (95% CI 0,3-5%); lélegeztetés: 40% (95% CI 23-56%) vs 24% (95% CI 14-34%) és 36% (95% CI 29-43%)) ugyanakkor a mellkasi kompressziókat a magyar hallgatók a finn hallgatóknál lényegesen rosszabbul (11% (95% CI 0-22%) vs 25% (95% CI 21-34%)) tudták csak teljesíteni. A szerző ezt a meglepő eredményt - mely a magyar hallgatók erős képzettsége, jó teljesítménye mellett egyedül a mellkasi kompressziók gyenge hatásfokát igazolta - a vizsgálat során is megfigyelt, a nemzetközitől eltérő magyar kéztartásban lévő különbséggel magyarázta [40]. Bár a vizsgálat nem az eltérő mellkaskompressziós technikák összehasonlítását tűzte ki célul, az eredményekben véletlenül felfedezett ellentmondás ráirányította a figyelmet a problémára.

Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók okozta kérdés hazánkban először 2001-ben merült fel, amikor a Magyar Resuscitatios Társaság megalakulását követően az újraélesztés hazai protokollját készült kiadni. Ebben az eddigi hagyományokkal szakítani próbálva arra tett kísérletet, hogy a 2000-ben elfogadott nemzetközi protokollt és annak európai változatát lehetőség szerint

átültesse a hazai gyakorlatba [41]. Ezen törekvésnek természetszerű részét képezi az az igény, hogy a nemzetközileg elfogadott, konszenzuson alapuló ajánlásoktól történő esetleges hazai eltéréseket a bizonyítékon alapuló orvoslás (evidence based medicine) szellemében indokoljuk.

A hagyományos magyar szakmai gyakorlat azonban több ponton is tartalmazott kisebb-nagyobb eltéréseket [21]. Ezen eltérések egy részét a hazai szakmai közönség fokozatosan változtatta meg és igazította hozzá az európai – amerikai irányelvekhez [42]. Érdekes módon azonban a mellkasi kompressziók során alkalmazandó kéztartás tekintetében ez a rugalmasság nem volt annyira kézenfekvő. Ennek oka, hogy a nemzetközi ajánlásokban szereplő egységes kéztartást más alternatív kéztartással összevetve még nem vizsgálták, így annak elsőrendűsége inkább csak történelmi mintsem orvosi bizonyítékon alapuló volt. Másrészről a hagyományos magyar kéztartás mellett az az érv szólt, hogy - elsősorban azok véleménye szerint, akik rendszeresen oktatták azt - az hosszabb távon is kényelmesebb, kevésbé fárasztó és minthogy ugyanazt a felületet ugyanolyan erővel nyomja, ezért hosszabb távon *valószínűleg* hatékonyabb is [43, 44].

A kéztartást illetően a rendelkezésre álló evidenciák hiányában 2003-ban olyan szakmai konszenzus született, mely a két eltérő konfigurációt egyformán elfogadhatónak tekinti [42]. Ez a "terápiás szabadság" sok szempontból kedvező lenne, ha a szóban forgó beavatkozás kizárólag képzett szakemberek kezében lenne: a mellkasi kompresszió azonban széles körben oktatott, és a laikus közönség számára is minél inkább elterjesztendő elsősegélynyújtási módszer. Amennyiben a laikusok számára oktatott módszer többféle verziója keveredhet, az könnyen a képzés hatékonyságát veszélyeztetheti, a segélynyújtók elbizonytalanodását végső soron a resuscitatios készség és hajlandóság csökkenését idézheti elő [45].

2.2. Saját kutatásaink célkitűzése

Az egységes kéztartás bevezetése tehát szükséges. Ahhoz, hogy a nemzetközileg ajánlott kéztartás és a hazánkban tradicionálisan alkalmazott

kéztartás közül a jövőben széles körben alkalmazandót és oktatandót kiválaszthassuk, a két eljárás módszeres összehasonlítására van szükség.

Doktori értekezésem alapját képező kutatásaim célkitűzése a két eljárás tudományos igényű összehasonlítása, melynek során különösen az alábbi kérdésekre kerestünk választ:

- Van-e valós különbség a két mellkasi kompressziós módszer között a nyomás alá helyezett felületet illetően?

- Különbözik-e a két kéztartással tartósan végzett mellkasi kompresszió a haemodynamikai szempontból optimálisnak tartott frekvencia, mélység és teljes felengedés betarthatóságát illetően?

- Fárasztóbb-e valamelyik kéztartással végzett mellkasi kompresszió a másikhoz viszonyítva?

- Különbözik-e a két módszer oktathatósága illetve a két eltérő módszerrel oktatott mellkasi kompresszió készség felidézési képessége ("skill retention")?

- Eltérőek-e a két különböző kéztartással végzett mellkasi kompressziók haemodynamikai hatásai?

- Van-e eltérés a klinikai gyakorlatban a két eltérő kéztartással végzett cardiopulmonalis resuscitatio túlélése között?

A hazai és nemzetközi szakirodalomban nem volt olyan publikáció, ami a fenti kérdések megválaszolására alapot adhatna, ezért 2002 és 2006 között olyan vizsgálatokat szerveztem és vezettem, melyek reményeim szerint hozzájárulnak ezen kérdések megválaszolásához és ezzel közelebb vihetnek a probléma megoldásához.

3. Módszerek

A célkitűzésben szereplő kérdések megválaszolására három szimulációs, egy cadaveren végzett és egy prospektív obszervációs klinikai vizsgálatot végeztünk.

3.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása

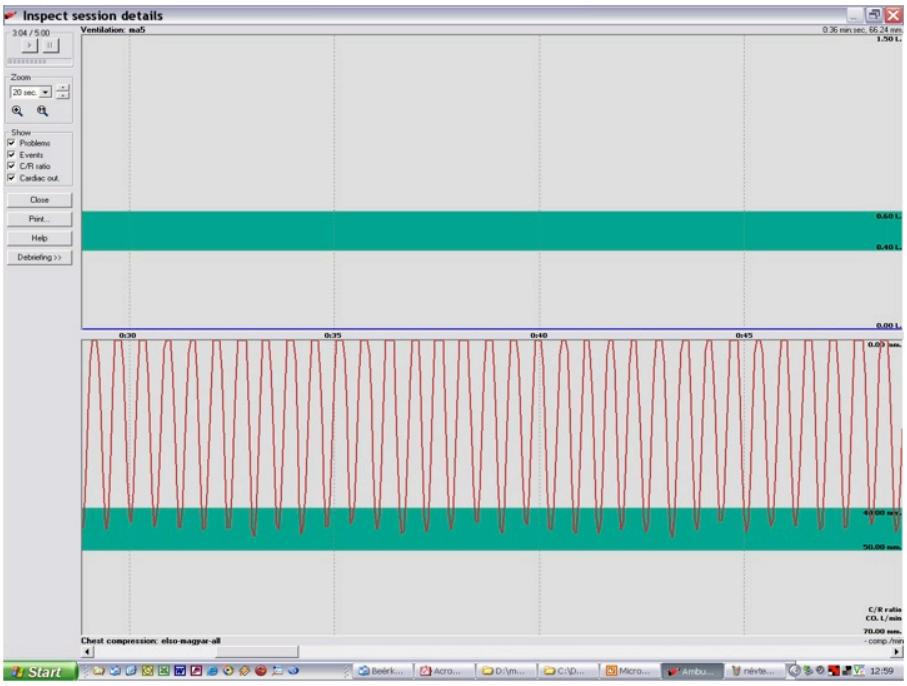
A két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók során mind a hagyományos magyar, mind a nemzetközileg ajánlott protokollok szerint azonos mélységig, azonos frekvenciával kell a mellkast összenyomni[25, 26]. Különbség adódhat azonban az eltérő kéztartások miatt némiképp eltérő nyomási felületekből adódóan. A vizsgálat során azt feltételeztük, hogy a két eltérő kéztartással végzett kompresszió során nincs különbség a nyomás alá helyezett területek kiterjedését és mellkasfali eloszlását illetően.

3.1.1. A vizsgálat célja

Az első vizsgálat célja az volt, hogy az eltérő kéztartásokkal végzett kompressziók során a közvetlen nyomás alá helyezett területeket összehasonlítsa és összevesse azzal a területtel, amelynek kompresszióját az ajánlások egyöntetűen meghatározzák [21, 41, 42].

3.1.2. Vizsgálati módszer

A két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók által nyomás alá helyezett területet az AMBU © Man C típusú számítógépes gyakorló fantom által haemodynamikailag kedvező hatásúnak tartott kompressziók során cross-over prospectiv randomizált vizsgálatban mértük. A “haemodynamikai” hatást akkor tartottuk elfogadhatónak, ha azt a számítógép szoftvere (AMBU CPR Software Version 2.0 © 1999 Sophus Medical ApS és AMBU International A/S) a frekvencia, a mélység és a duty cycle alapján megfelelőnek értékelve a képernyőn a zöld tartományban jelezte (3.1. ábra).



3.1. ábra: az AMBU CPR Software (Version2) képernyője mellkasi kompressziók alatt (lélegeztetés nélkül).

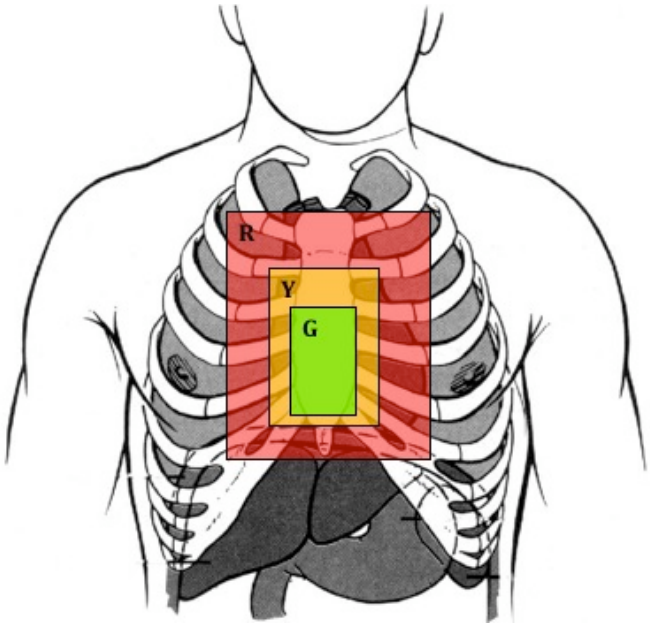
A mellkas kompressziókat egészséges önkéntes rezidens orvosok végezték a fent említett AMBU © Man C típusú számítógépes gyakorló fantomon. A kompressziókhoz a fantomot a földre tettük és a vizsgálati személyek a fantom mellé térdeltek tetszőleges oldalra. A mérés előtt minimum 9 és maximum 11 nappal valamennyien kétszer egy órás gyakorlati képzést kaptak mindkét féle kéztartással végzett resuscitatioról és a vizsgálatba csak azok kerültek bele, akik e képzés végén mindkét módszerrel megfelelő módon tudtak mellkasi kompressziókat végezni. Megfelelőnek azokat tartottuk, akik az AMBU szoftver által a mélység, frekvencia és duty cycle alapján 1 percen át legalább 90%-ban megfelelő hatással voltak képesek komprimálni mindkét kéztartással. A vizsgálatban részt vevő 38 kiképzett orvosból 32-en feleltek meg ezen kritériumnak.

A vizsgálat során a kompressziókat 30 másodpercig ez egyik, majd 10 perc pihenést követően 30 másodpercig a másik kéztartással végezték a résztvevők. Minden résztvevő csak egy alkalommal végezte el a kétszer 30 másodperces vizsgálatot, hogy kiküszöböljük a mérések során bekövetkező gyakorlásból eredő változást. Csak azon résztvevők eredményeit értékeltük, akiknek mindét 30 másodperces mérése során a kompressziók legalább 90%-a a szoftver által

elfogadható hatékonyságúnak bizonyult. A vizsgálat előtt a résztvevőket két csoportba randomizáltuk, az egyik csoport a magyar kéztartással míg a másik a nemzetközi kéztartással kezdte a kompressziókat.

A mellkasfal nyomás alá helyezett pontjait egy saját magunk által kidolgozott, úgynevezett "mátrix projekciós" módszerrel határoztuk meg [46, 47]. Ennek lényege, hogy a mellkasfalra a kompressziók megkezdése előtt karbon papírt (indigót) rögzítettünk. Minden vizsgálathoz új karbon papírt használtunk, melyet a vizsgálat előtt ellenőriztünk. Ahhoz, hogy a műanyag felületen a papír látható nyomot hagyjon, az 1 cm^2 felületere legalább 20 N erő (kb 2 kg súlyú tárgy) alkalmazása kellett. A mérés során 30 másodperces, haemodynamikailag megfelelő hatásúnak tartott kompressziót követően az indigó eltávolítása után a fantom mellkasán jól látható elszíneződés jelezte azon nyomás alá helyezett pontokat melyekre a kompressziók során valamikor legalább 20 N erő hatott. Ezt követően a színes foltot átrajzoltuk egy 10 mm x 10 mm nagyságú elemekre osztott mátrixhálót tartalmazó átlátszó fóliára, melyet a mellkas adott fix pontjaihoz igazítottunk. A mellkas felületét reprezentáló mátrixra vetített nyomási felületet úgy határoztuk meg, hogy a mátrix hálóban látható elszíneződést a felületre kifejtett nyomásként értékeltük (0 - ha nincs nyomás és 1 - ha van). A mátrix egyes pontjainak értékelését a vizsgálatra nézve "vak" módon végeztük, azaz a nyomási pontokat értékelő vizsgáló nem tudta, hogy az milyen kéztartással történt. Nyomás alá került mátrix pontnak azt a 10 mm x 10 mm-es terület egységet vettük, melynek legalább 50%-a a színes tartományba esett. A nyomás alá került területeket így 1 cm^2 pontossággal lehet rögzíteni és összehasonlítani.

Ez a mátrix a mellkasfal elülső felszínét reprezentálta. A rendelkezésre álló hazai és nemzetközi ajánlások[25, 26] alapján a mellkason három területet különítettünk el (3.2. ábra) :



3.2. ábra: a mellkasfal felületének felosztása a mellkaskompressziók direkt fizikai hatásának vizsgálatához biztonságos (zöld), határterületi (sárga) és veszélyes (piros) zónákra

- Biztonságos terület: a sternum alsó és középső harmada, melynek kompresszióját a szakmai protokollok javasolják [25, 26, 42] ezért vélhetően a legbiztonságosabb és leghatékonyabb;
- Határterület: a biztonságos terület 20 mm-es környezete, mely a biztonságos zónától kismértékben laterálisan, caudálisan és craniálisan elhelyezkedve valószínűleg fokozhatja a szövődmények (elsősorban borda és a sternum törése) veszélyét;
- Veszélyes terület: a határterületektől is kívül eső felületek, melyek kompressziója feltehetőleg fokozott veszéllyel jár, minthogy közvetlenül a bordákat, a processus xyphoideust vagy a hasfalat komprimálja [48].

A különböző kéztartással végzett kompressziók által közvetlen nyomás alá helyezett felületeket a cross-over vizsgálat során a mátrix projekciós eljárással hasonlítottuk össze. Ennek eredményeképpen két adathalmazt kaptunk, mely az egyes mellkasfal felületi pontjainak nyomási gyakoriságát tartalmazta a magyar valamint a nemzetközi kéztartással végzett kompressziók alatt. A cross-over vizsgálat miatt a két adathalmaz közötti eltérés kizárólag az eltérő kéztartásnak lehetett az eredménye. Az adatokat egymintás T-próbával vetettük össze, az eltérést szignifikánsnak tartottuk, ha a $p<0.005$ bizonyult.

3.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítása

Nyman és mtsai már előbb idézett munkájában felmerült már, hogy a magyar egészségügyi főiskolások BLS készségében a mellkaskompresszió hatékonysága tendenciájában rosszabbnak bizonyult finn társaik teljesítményétől, miközben a BLS minden más doménjében jobbak voltak. A szerző felvetette, hogy ezt az eltérő kéztartások hatásának lehet tulajdonítani, bár vizsgálatát eredetileg nem a két eltérő módszer összehasonlítására tervezte [40]. Ezért erre a kérdésre fókuszálva egy önálló vizsgálatot szerveztünk amiben arra kerestünk választ, hogy a két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziókkal lehetséges-e egy szimulált klinikai szituációban azonos "hatékonysággal" resuscitatiót végezni. A hatékonyság megítélésére kizárólag a mechanikai hatásokat, azaz a mellkas kompressziójának frekvenciáját, a mélységét, a duty-cycle megtarthatóságát valamint a mellkas felengedésének teljességét vizsgáltuk. Ez utóbbi során a megfelelő "felengedés" azt jelentette, hogy a mellkas a kompressziók között teljes mértékben az eredeti méretére kitágulhatott, elérve a "0" pontot. Amennyiben a segélynyújtó a mellkas felengedését kéztartásával akadályozta, azt "támaszkodás"-nak ("leaning") neveztük és mértékét a mellkas maximálisan bekövetkezett kitágulása és a "0" pont közti távolsággal (mm) határoztuk meg. Hipotézisünk szerint a valós helyzetet szimuláló körülmények között a képzett segélynyújtók bármelyik kéztartás alkalmazásával egyformán képesek hatékony mellkasi kompressziókat végezni.

3.2.1. A vizsgálat célja

A vizsgálat során a két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók mechanikai hatásait hasonlítottuk össze szimulált klinikai körülmények között.

3.2.2. Vizsgálati módszer

A kérdés megválaszolására egy prospektív cross-over randomizált szimulációs vizsgálatot végeztünk.

A vizsgálatban olyan rezidens orvosok vettek részt, akik mind a két kéztartással végzett mellkasi kompressziókat tanfolyamon sajátították el, és azt sikeres vizsgával zárták. A magyar kéztartás helyes alkalmazását az Országos Mentőszolgálat “Megacode Training” képzésén, míg a nemzetközi kéztartást az Európai Resuscitatios Társaság “Advanced Life Support Provider Course” képzésén tanulták meg. Valamennyi résztvevő mindkét típusú képzésen a vizsgálatot megelőző 18 hónapon belül de 6 hónapnál régebben részesült.

A szimulált klinikai szituáció során a résztvevőknek 3 percen át kellett folyamatos mellkasi kompressziókat végezniük egy MB-210 típusú mentőgépkocsi hordágyára helyezett AMBU © Man C típusú számítógépes gyakorló fantomon (3.3. ábra). Valamennyi résztvevő 3 percen át az egyik, majd 10 perc pihenést követően 3 percen át a másik kéztartással is végzett újraélesztést. A vizsgálatot megelőző randomizáció alapján a résztvevők egyik fele a magyar, másik fele a nemzetközi kéztartással kezdte a mérést. Valamennyi résztvevő 1 óra elteltével a kísérletet megismételte, fordított sorrendben. Így mindenki kétszer 3 perc magyar és kétszer 3 perc nemzetközi kéztartással végzett kompressziókat teljesített. A kompressziók hatását mutató képernyőt a segélynyújtó a kompressziók alatt nem láthatta és arról visszajelzést nem kapott.

3.3. ábra: szimulációs vizsgálat az eltérő mellkaskompressziós technikák fizikai hatásainak vizsgálatára mentőgépkocsi hordágyára helyezett fantomon.

A mérés során két vizsgáló vizuálisan ellenőrizte azt, hogy a mellkasi kompressziók a külső elfogulatlan szemlélő számára is szubjektív módon szakmailag korrektnek minősíthetők. Ezen két vizsgáló minden esetben a resuscitatioban jártas, évek óta azt oktató és vizsgáztató szakemberek voltak. Ennek a célja az volt, hogy biztosítsuk, a mérésben csak olyan segélynyújtók teljesítménye szerepel, akik a két mellkasi kompressziós technikát helyesen alkalmazzák.

A mellkasi kompressziók mechanikus hatását a fantomhoz kapcsolt számítógépben tároltuk, majd utólag a szoftver (AMBU CPR Software Version 2.0 © 1999 Sophus Medical ApS és AMBU International A/S) segítségével elemeztük.

Az elemzést végző személy az elemzéskor nem láthatta, hogy az adatsor a magyar vagy a nemzetközi kéztartással történő kompressziókat mutatja-e. Az elemzés során a 3 perces resuscitatiós szakaszok során végzett mellkasi kompressziókról egy összefoglaló (3.4. ábra) és egy real-time jellegű grafikus kép állt rendelkezésre (3.5. ábra). Ezek segítségével az alábbi adatokat rögzítettük (3.1. táblázat).

3.1. táblázat: a mérés során rögzített paraméterek és a mintavétel módja

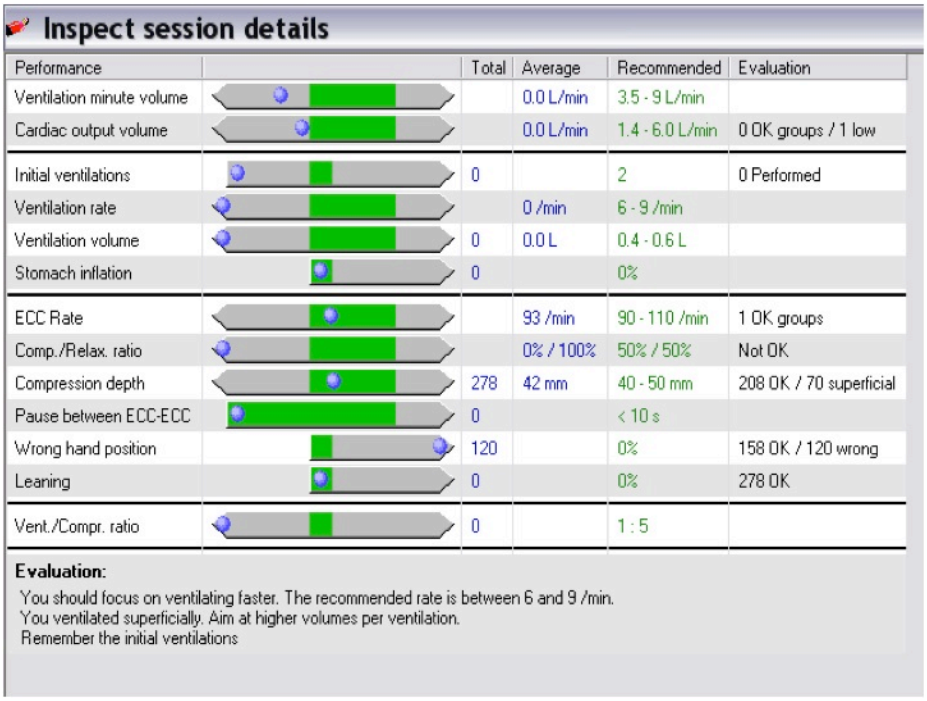
Paraméter	Dimenzió	Mintavétel
Frekvencia	1/ min - 10 sec alatt	3 perc átlaga, 1. perc 10-20 sec 2. perc 10-20 sec 3. perc 10-20 sec átlaga
Mélység	mm - 10 sec átlagában	
Hibás kéztartás	% - 10 sec alatti előfordulás	
Felengedés hiánya	% - 10 sec alatti előfordulás	3 perc átlaga

A három perces vizsgálat során az első, második és harmadik perc teljesítményét külön-külön úgy határoztuk meg, hogy minden perc 10. és 20. másodperce közti időszakot vettük mintának, és az ezen 10 másodperc alatt felvett regisztrátumokat elemeztük. A kompressziók frekvenciáját az adott percekre nézve a minta időszakok 10 másodperce alatt regisztrált lenyomások számából számoltuk ki és 1/min mértékegységben rögzítettük. A kompressziók mélységét ugyanezen az időintervallumokban történt valamennyi kompresszió mélységének átlagából számolva milliméterben adtuk meg. A fantom a

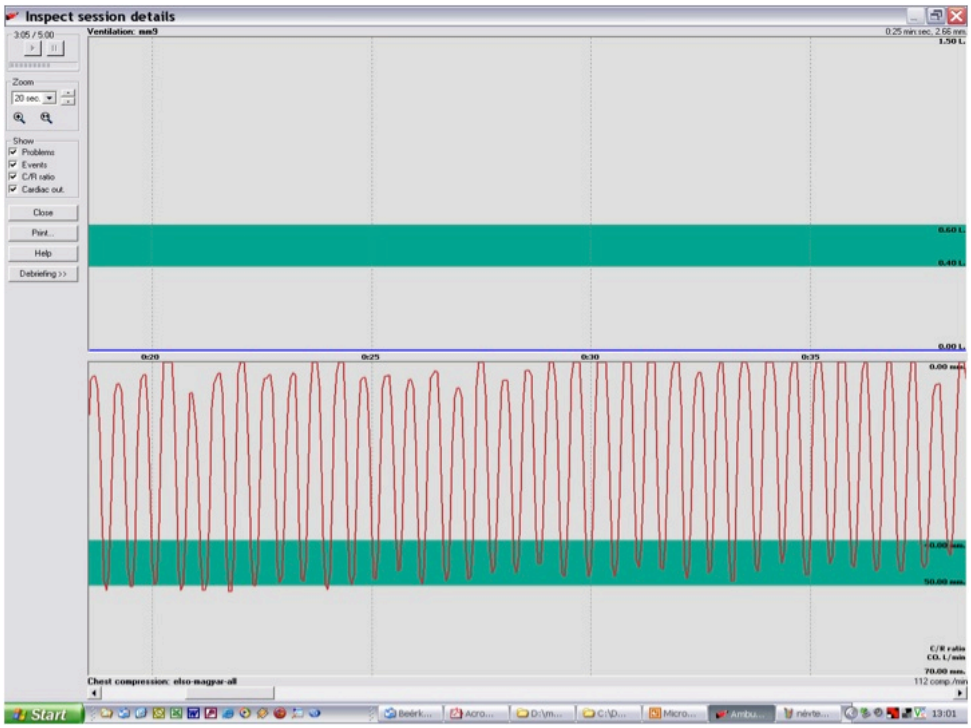
kompresszió pontjának elcsúszását is regisztrálta (bár azt nem lehetett tudni, hogy az pontosan melyik irányba történő elcsúszás vagy milyen mértékű elcsúszás következménye) (3.6. ábra). A hibás kéztartásokat ugyancsak a fenti időintervallum alatt a helyesen történő lenyomásokhoz képest számított előfordulás százalékában adtuk meg. A mellkasi kompressziók hatékonysága szempontjából a mellkas teljes felengedése rendkívül fontos [7, 21, 49]. A rendelkezésre álló görbéből a mellkas kitérése pontosan követhető, és azok a kompressziók, melyek végén a mellkas felengedése nem volt teljes, ugyancsak azonosíthatók. Ezeknek a hibás kompresszióknak az arányát a 3 perces időtartam egészére számolva a korrekt kompressziókhoz viszonyított százalékban adtuk meg.

Az így keletkezett adatok a 3 perces resuscitatiókat három - három, időben egymástól egy percre lévő szakaszonként jellemezték. A teljesen standard körülmények között végzett cross-over vizsgálatnak köszönhetően az esetleges eltérések az eltérő kéztartás következményeinek tarthatók.

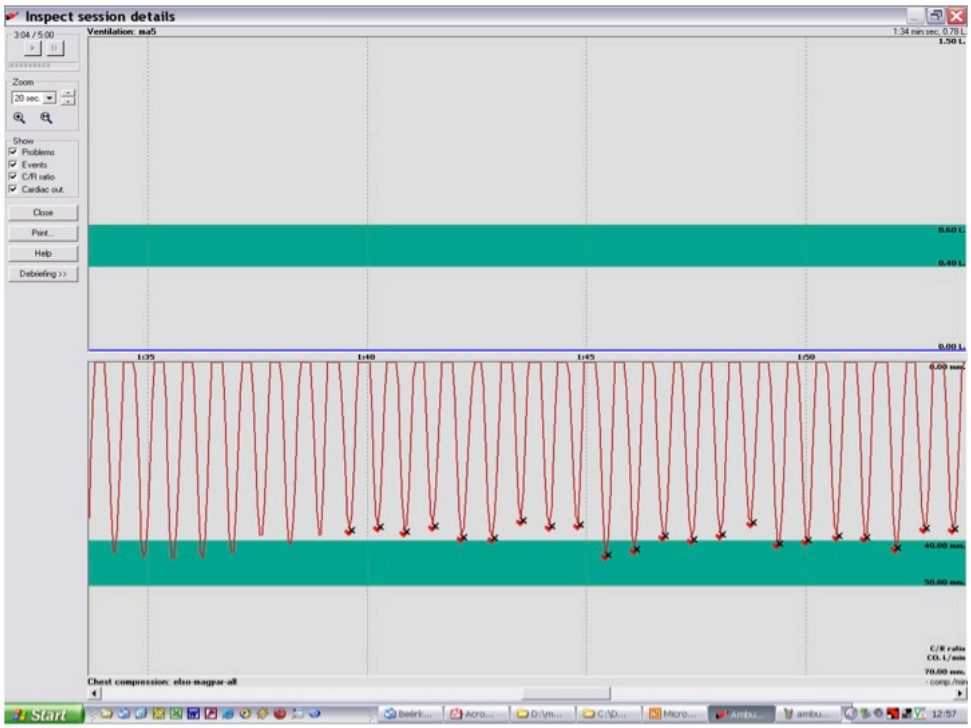
Az adatokat egy mintás T próbával vetettük össze, és szignifikánsnak tartottuk azokat az eltéréseket, ahol a $p<0.05$ bizonyult.



3.4. ábra: az AMBU CPR Software (Version2) összefoglaló értékelő képernyője



3.5. ábra: az AMBU CPR Software (Version2) képernyője aktuális mérés közben



3.6. ábra: az AMBU CPR Software (Version2) képernyője aktuális mérés közben hibás kéztartásokat jelez.

3.3. Eltérő kéztartásokkal végzett kompressziók hatása a segélynyújtó fáradására

A mellkasi kompressziók megfelelő végzése komoly fizikai munka [50]. A segélynyújtó fáradása egyrészt elkerülhetetlen, másrészt azonban a megfelelő haemodynamikai hatás elérése érdekében erre tekintettel kell lenni, és amennyiben lehetséges, a kompresszió hatékonyságának romlása előtt váltani kell [51, 52]. Az alapfokú újraélesztésben erre azonban gyakran nincs mód. A kompressziókat a segítség megérkezéséig vagy a segélynyújtó kifáradásáig kell folytatni [25]. Ezért, még ha két eltérő kéztartás azonos mellkasi területeken azonos mechanikai hatással is képes a mellkast komprimálni, a két eltérő kéztartás között a segélynyújtóra kifejtett hatást is vizsgálni kell. Amennyiben a két kéztartás haemodynamikailag azonos hatású és szövődmények tekintetében sem ismerhető fel különbség, akkor a segélynyújtó számára kevésbé fárasztó módszer kecsegtet hosszabb távon nagyobb sikerrel.

Hagyományos magyar kéztartáshoz szokott kollégák egyik gyakori ellenérve volt a 2002-2003 évben e témában zajló szakmai viták során, hogy - véleményük és tapasztalatuk szerint - a magyar kéztartás "kényelmesebb", és hosszabb távon is kevésbé fárasztó, mint a nemzetközileg javasolt [44]. Tóth Zoltán egy szellemes vizsgálatban biomechanikai méréseket végzett saját magán annak megállapítására, hogy a nemzetközi kéztartás során az alkarban több izom működése illetve nagyobb bioelektromos aktivitás mérhető-e, mint a magyar kéztartás esetén, majd eredményét a Magyar Resuscitatios Társaság szegedi tudományos ülésén prezentálta is [43]. Vizsgálatában a nemzetközi kéztartás esetén több izomcsoport munkájára következtetett, minthogy a felül lévő kézzel az alsót átkulcsolva annak ujjait a kompressziók során mindvégig erővel feszíttette hátra. Sajnos ez a technikailag meglehetősen nehéz, és ebben az esetben nem is egyértelmű eredményt hozó vizsgálat csupán egy mérést tartalmazott de fontos üzenete, hogy a fáradás mértékét a két eltérő mellkasi kompresszió során lehetőleg objektív módon kell vizsgálni.

Következő vizsgálatunkban ezért arra kerestünk választ, hogy a két eltérő kéztartással, megfelelő technika alkalmazása mellett hatékonyan végzett mellkasi

kompressziók esetén van-e különbség a segélynyújtók által érzett fáradtságban valamint az azt objektívebben szemléltető fiziológiai paraméterekben?

3.3.1. A vizsgálat célja

A vizsgálat célja, hogy a két eltérő kéztartás alkalmazásával mechanikusan azonos hatású mellkasi kompressziót végző segélynyújtók fáradását objektív fiziológiai jel mérésével hasonlítsuk össze.

3.3.2. Vizsgálati módszer

A prospektív randomizált cross-over szimulációs vizsgálatba 10, mindkét kéztartással történő mellkaskompresszióban képzett és gyakorlott önkéntes orvost vontunk be. A vizsgálathoz egy AMBU ® Man C típusú számítógépes gyakorló fantomot használunk, mely a beépített szoftver segítségével (AMBU CPR Software Version 2.0 © 1999 Sophus Medical ApS és AMBU International A/S) tette lehetővé, hogy a kompressziók hatékonyságát összehasonlítsuk.

A vizsgálathoz a fantomokat a földre helyeztük, és a segélynyújtók a fantom mellé térdelve 10 percen át végezték megszakítás nélkül a mellkasi kompressziókat. A hatékonyság fenntartása érdekében a segélynyújtóknak a mérés alatt visszajelzést adtunk annak érdekében, hogy a kompressziók hatékonyak legyenek. Hatékonynak tekintettük a kompressziókat, ha egy percen belül a kompressziók frekvenciája, mélysége és a mellkas teljes felengedése a megkívánt értéktől 15%-on belül maradt: azaz a frekvencia 100 ± 15/min, a mélység minimum 50 ± 7 mm és a “támaszkodás” a lenyomások kevesebb mint 15%-ban észlelhető. Amennyiben a kompressziók hatékonysága ezen céltartománytól eltért, a vizsgálati személyt korrekcióra biztattuk, de a mérést csak akkor hagytuk abba, ha két egymást követő percen át a céltartományon kívül maradt.

A cross-over vizsgálat során minden résztvevő két alkalommal vett részt a mérésen (egyszer a magyar és egyszer a nemzetközi kéztartással), a két vizsgálat között minimum 1 maximum 3 nap telt el. Az előzetes randomizáció alapján a

résztvevők fele a magyar másik fele a nemzetközi kéztartással kezdte a mérési sort.

A kompressziók során kialakuló fáradtságot szubjektív és objektív paraméterekkel mértük. A vizsgálati személy a kompressziók közben a 2. a 4. és a 6. percben egy 1-től 10-ig tartó skálán értékelte saját szubjektív fáradtságát (miközben a kompressziókat nem szakította meg). A skálán az 1-es az "egyáltalán nem vagyok fáradt", a 10-es pedig a "nem bírom folytatni a fáradtságtól" szubjektív értékeket képviselte.

A kompressziók közben a vizsgálati személy szívfrekvenciáját és transcutan oxigén szaturációját folyamatosan monitoroztuk egy Protocol Propaq™ 102 Vital Signs Monitor (Wellch Allyn) monitor segítségével. Az oxigén szaturációt a fülre ragasztott elektródával, a szívfrekvenciát a mellkasra helyezett 3 elvezetés segítségével monitoroztuk a mozgási műtermék minimalizálása érdekében. A szívfrekvencia terhelés maximálisan megengedett értékét az ergometriai gyakorlat alapján 220 - életkor év értékben határoztuk meg, és amennyiben a vizsgálati személy ezt elérte volna, a mérést megszakítottuk volna.

A fiziológiai paramétereket fél percenként rögzítettük. Az értékeket a magyar és a nemzetközi kéztartással komprimáló két csoport között egy mintás T próbával vetettük össze, az eltérést szignifikánsnak tartottuk, ha a $p<0,05$ bizonyult.

3.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat

Cardiopulmonalis resuscitatio során a túlélés nagymértékben függ a hatékony mellkasi kompressziókkal fenntartott mesterséges keringés hatásfokától. A nemzetközileg javasolt és a hagyományos magyar kéztartás eltérése ellenére az ajánlásokban megfogalmazott frekvencia, lenyomási mélység, duty cycle és a teljes felengedés (mellkas kitágulásának) fontossága egyformán megfogalmazott [25, 26, 41, 42, 53]. Ez azt jelenti, hogy függetlenül az alkalmazandó

kéztartástól a resuscitatio során a mellkas azonos “alakváltozása” ezáltal a kompresszió során azonos haemodynamikai hatás elérése a cél.

Minthogy előző vizsgálatunk felvette, hogy a két eltérő kéztartás melletti kompressziók a mellkas felületének eltérő hányadában fejtenek ki nyomást [46], felmerül annak elvi lehetősége, hogy a kismértékben eltérő nyomások a haemodynamikai következményeket illetően is eltérnek. A resuscitatio alatti komplex haemodynamikai vizsgálat egyrészt technikai másrészt etikai korlátok miatt is nehezen valósítható meg. Állatkísérletekben a két kéztartás finom különbségeinek vizsgálata a kísérleti állatok és az emberi mellkas eltérő anatómiai (felületi) sajátosságai miatt pedig alighanem lehetetlen. Az esetleges haemodynamikai különbségek kimutatására egyrészt cadaver vizsgálat másrészt olyan klinikai vizsgálat jöhet szóba, amely elsősorban a haemodynamikai hatások eredményét - azaz a resuscitatio kimenetlét - hasonlítja össze.

3.4.1. A vizsgálat célja

A vizsgálat célja, hogy a két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók fiziológiai hatását összehasonlítsa. A vizsgálatban cadaverek mellkasán folytatott kompressziók közben az intrathoracalis nyomásváltozásra utaló centrális vénás nyomás változásokat hasonlítottuk össze a két eltérő kompressziós technika mellett.

3.4.2. Vizsgálati módszer

A prospektív randomizált cross-over vizsgálatot 2003-ban a Semmelweis Egyetem Regionális Kutatásetikai Bizottságának (elnök: Prof. Dr. Sótonyi Péter egyetemi tanár) engedélyével végeztük a Semmelweis Egyetem Anaesthesiológiai és Intenzív Terápiás Klinikáján (igazgató: Prof. Dr. Pénzes István egyetemi tanár).

A vizsgálat során az intenzív osztályon meghalt betegeknél végeztünk mellkasi kompressziókat és ezen közben invazív módon monitoroztuk a vena cava superior nyomását (P_{Vc}). A vizsgálatba bevont cadaverek az intenzív osztályon monitorozott körülmények között meghalt betegek voltak, akiknek haláluk előtti haemodynamikai monitorozása során a hypovolaemiát kizártuk, nem részesültek

megelőzően 6 héten belül mellkasi kompressziókban és nem volt (ismert) mellkasi sérülésük, súlyos fokú obstruktív vagy restriktív tüdőbetegségük valamint akik cardiopulmonalis resuscitatióban nem részesültek. A centrális vénás katétert a beteg kezelésének részeként a szakma szabályai szerint aszeptikus Seldinger technikával a jobb oldali vena subclavia-n keresztül helyeztük be és azon keresztül a beteg kezelése során folyamatosan végeztük az invazív centrális vénás nyomás mérést. A katéter végét a vena cava superiorban a jobb pitvartól kb. 2 cm-re caudálisan pozicionáltuk és ezt a helyzetet mellkasi RTG vizsgálattal igazoltuk. A méréseket a halál beálltának hivatalos megállapítását követően 10-30 perccel kezdtük meg.

A mellkasi kompressziókat mind a két kéztartás alkalmazására kiképzett orvostanhallgatók és rezidens orvosok végezték. A résztvevők fele a randomizáció alapján a magyar, másik fele a nemzetközi kéztartással kezdte a kompressziókat, majd 1 perc elteltével 1 perc pihenést közbeiktatva a kéztartást a másik módszerre váltva újabb 1 percig végzett mellkasi kompressziókat. A kompressziókat 100/min frekvenciával, kb. 4-5 cm mélyen, 1:1 duty cycle betartásával azonos erővel végezték az aktuális nemzetközi és hazai protokollok szerint [41, 42]. A kompressziók klinikailag hatásos voltát azzal ellenőriztük, hogy az egyik vizsgáló a kompressziók alatt folyamatosan tapintotta az arteria femoralist. Klinikailag hatásosnak tekintettük azt a kompressziót, amely tapintható lüktetést hozott létre a femorális artériában. Összesen két perc kompresszió alatt a vena cava superiorba helyezett centralis vena kanülön keresztül, Siemens SC 700 multifunkcionális moduláris intenzív osztályos monitorral követtük a vena cava superior nyomását. A nyomásértékeket a kompresszió pillanatában ("systole") a nyomásgörbe legmagasabb pontján regisztráltuk minden 10. másodpercben. A kompressziókat végző személy a monitor kijelzőjét nem láthatta és a kompressziók során nem kapott visszajelzést annak hatékonyságáról.

Az átlagos nyomásértékeket 95% confidencia intervallumon belül, standard deviációval adjuk meg, az azonos cadavereken két eltérő kéztartással alkalmazott mellkasi kompresszió során regisztrált adatokat egymintás Student T-test alkalamzásával, a 8 cadaveren két eltérő kéztartással mért értékek átlagait a

kétmintás T-próbával hasonlítottuk össze, szignifikánsnak tekintve az eltérést, ha a $p<0,05$ bizonyult.

A cross-over vizsgálat során minden paraméter standardizált volt, így a magyar és a nemzetközi kéztartással végzett kompressziók során mért adatok közti különbséget az eltérő kéztartás hatásának tulajdonítottuk.

3.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére: prospektív obszervációs klinikai vizsgálat

A kórházon belüli váratlan keringésmegállások zöme (nem számítva ide a coronaria őrzőkben és kardiológiai intervenciók kapcsán bekövetkező keringésmegállásokat) nem primer cardiális okból, azaz nem sokkolandó ritmus következtében lép fel [54] és ezt saját eddigi vizsgálataink is megerősítették [2, 55]. Ezekben az esetekben az idejében megkezdett hatékony mellkasi kompressziók adnak esélyt arra, hogy a fennálló reverzibilis okok feltárásával és kezelésével a keringés helyreállítható legyen. A hatékony mellkasi kompressziók kivitelezésének módszerére a Magyar Resuscitatios Társaság szakmai protokolljai vonatkoznak, melyek elsősorban a nemzetközi (ILCOR és ERC) ajánlásokon alapulnak. A megfelelő kéztartás tekintetében azonban jelenleg nem rendelkezünk olyan szintű evidenciával, amely egyik vagy másik féle kéztartás kizárólagos alkalmazását támasztaná alá, ezért a 2003-ban kiadott (majd 2006-ban e tekintetben hasonló szellemben megújított) hazai szakmai protokoll mind a hagyományos magyar, mind a nemzetközileg oktatott kéztartásokat egyenlő mértékben hatékonynak és így alkalmazhatónak nyilvánította[25, 42]. Ez megnyitotta a lehetőséget arra, hogy klinikai körülmények között is felmérjük, van-e különbség a két kéztartással végzett mellkasi kompressziók között a túlélés tekintetében.

3.5.1. A vizsgálat célja

A prospektív obszervációs klinikai vizsgálat célja az volt, hogy a kórházon belül végzett újraélesztések során megfigyeljük, van-e különbség a túlélésben (a

keringés helyreállásában - ROSC) attól függően, hogy a segélynyújtók a hagyományos magyar, vagy a nemzetközileg javasolt kéztartást alkalmazták-e az emelt szintű resuscitatio (ALS) alatt.

3.5.2. Vizsgálati módszer

A kérdés megválaszolására egy prospektív obszervációs klinikai vizsgálatot végeztünk a budapesti Jahn Ferenc Dél-pesti Kórházban (JFK) 2005 január 1 és 2006 június 30 között az intézeti etikai bizottság jóváhagyásával. (A vizsgálat nem igényelt kezelési protokoll változtatást, csupán az amúgy is kitöltendő kórlapok elemzését.) A vizsgálatba a kórházon belül bekövetkezett váratlan keringésmegállás miatt resuscitatioban részesült azon betegek adatait vettük be, amelyekhez a kórház resuscitatios szolgálatát (KRSz) riasztották, és ahol a keringésmegálláshoz riasztott team a helyszínen resuscitatiot kezdett.

3.5.2.1 A Kórházi Resuscitatios Szolgálat

A Jahn Ferenc Dél-pesti Kórház (Igazgató: Dr. Gerő Gábor) Központi Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Osztálya (Osztályvezető: Dr. Diószeghy Csaba) 2003 szeptemberétől biztosította a kórházon belül az egységes resuscitatios szolgálatot (KRSz), melyet az addig sporadikusan működő rendszer helyett szerveztem meg azt követően, hogy osztályvezetői megbízásomat megkaptam. A Kórházi Resuscitatios Szolgálat feladata az volt, hogy a segélyhívás helyszínén a resuscitatióban képzett és gyakorlott szakembereivel emelt szintű újraélesztést (ALS) kezdjenek meg a hívástól számított 3 percen belül. A kórház felépítése és a bázis (KAITO) elhelyezkedése ezt többé-kevésbé lehetővé is tette, bár a 2005 végén történt átszervezés (ami az egyik aktív belgyógyászati osztályt jelentősen távolabb helyezte) megnehezítette ezen cél mindenkori elérését. Az egységesített segélyhívószám és a riasztási feltételek széles körű propagandája könnyebbé (és sokkal gyakoribbá) tette a riasztást, melynek során az ITO-ról legalább három tagú, egy orvost és két szakasszisztenst tartalmazó csoport indult a resuscitatio helyszínére. A KRSz minden esetben a standard felszerelést vitte, ami tartalmazta az ALS minden eszközét ideértve a Lifepak 20 defibrillátor-monitor egységet is.

3.5.2.2. Az újraélesztésben részt vevők

Valamennyi, a KRSz-ben résztvevő orvos rendelkezett az Európai Resuscitatiós Társaság (ERC) ALS segélynyújtói képesítésével [56]. A szakasszisztensek a házon belül szervezett, az ERC Intermediate Life Support (ILS) tanfolyamával [57] mindenben megegyező oktatásban részesültek, melyet ERC oktatói képesítéssel rendelkező szakorvosaink tartottak rendszeres (évenkénti) frissítő gyakorlatokkal együtt. Valamennyi, a KRSz-ben szolgálatot teljesítő kolléga készség szinten sajátította el a hatékony mellkasi kompressziók végzését mind a hagyományos magyar mind pedig a nemzetközileg oktatott kéztartással.

A kórházon belüli újraélesztések során a keringésmegállást észlelő egészségügyi személyzettől elvárható a hatékony alapszintű újraélesztés (BLS) megkezdése [52]. 2003-tól kezdődően nagy hangsúlyt fektettünk arra, hogy a kórház valamennyi osztályának orvosai és nővérei tisztában legyenek ezzel és megfelelő gyakorlatok során elsajátíthassák a BLS ismereteket. Ennek keretében rendszeresen szerveztünk rövidebb (1-2 órás) kiscsoportos oktatásokat, melyekben hangsúlyoztuk a segélyhívás és a megfelelő hatékonyságú mellkasi kompressziók fontosságát. A gyakorlatokat erre a célra beszerzett AMBU C fantomon végeztük és minden esetben a hagyományos magyar kéztartást oktattuk. Erre azért volt szükség, hogy megelőzzük az eltérő kéztartásból fakadó esetleges bizonytalanságokat az általunk már "képzett" és a még "nem képzett" kollégák között. Bár az általunk tartott oktatások pontos hatását nem mértük le, az Utstein adatlapok retrospektív elemzése azt mutatta, hogy a kórházi dolgozók által az ALS csoport megérkezését megelőzően megkezdett alapszintű újraélesztések (BLS) gyakorisága 2003 szeptember - 2004 december közti időszak alatt mért 68,0%-ról [2] a 2005 január - 2006 január közti időszak alatt 78%-ra emelkedett [58] és a tendencia folytatódni látszik.

3.5.2.3. A kéztartás meghatározása kompressziók alatt

A BLS során - amennyiben volt - a kórházi dolgozók kivétel nélkül a hagyományos magyar kéztartást alkalmazták egészen a KRSz megérkezéséig, amikortól azonban az ALS csoport vette át a resuscitatio irányítását és a mellkasi kompressziókat.

A KRSz valamennyi tagja tisztában volt a Magyar Resuscitatios Társaság vonatkozó ajánlásával, mely szerint mind a hagyományos magyar, mind a nemzetközi kéztartás egyenlő mértékben javasolt [42]. Képzettségük és gyakorlatuk mindkét kéztartás alkalmazását tekintve megfelelő volt. A KRSz tagjai elfogadták azt, hogy egy adott megkezdett újraélesztésben az ALS során a kéztartást nem változtathatják meg, így az ALS csoport vezetője által az ALS megkezdésekor meghatározott kéztartást alkalmazták mindvégig.

Az alkalmazandó kéztartás meghatározása a resuscitatio megkezdése előtt, a segélyhíváskor azonnal, az induló ALS csoport vezetője által véletlenszerű választással történt, ugyanakkor valódi randomizáció (pl. borítékkal) nem volt.

3.5.2.4. Adatgyűjtés és elemzés

A Kórházi Resuscitatios Szolgálat valamennyi esetről dokumentációt készített, melyet a kórházon belüli újraélesztések egységes jelentését szolgáló Utstein protokollnak megfelelő lapon rögzített [59]. Az Utstein lapokon minden esetben feltüntették az alkalmazott kéztartást (vagy kéztartásokat). Ezen felül az adatlap tartalmazott adatokat a beteg életkoráról, neméről, a keringésmegállás feltételezett okáról, annak helyszínéről és időpontjáról, a keringésmegállás észlelésének körülményeiről, a BLS formájáról, a segélyhívás és a helyszínre érkezés időpontjáról, a kiérkezéskor észlelt első EKG ritmusról, pulzus és légzés észleléséről, az ALS során alkalmazott első defibrillálás és első adrenalin beadásának időpontjairól valamint az ALS időtartamáról és eredményéről (3.7. ábra).

A vizsgálatba 18 év feletti betegeket vontunk be, akinél a vizsgálati időszakban váratlan keringésleállás miatt resuscitatiót kezdtek a kórházon belül, ellátásukhoz a kórházi resuscitatios szolgálatot (KRSz) riasztották és a KRSz a helyszínen folytatta vagy megkezdte az újraélesztést. Nem kerültek bevonásra azok a betegek, akiknél a KRSz a helyszínre érkezéskor a halál beálltát azonnal megállapította, és resuscitatiót nem kezdett, valamint azok sem, akiknek a keringésleállása az Intenzív Terápiás Osztályon (ITO), a Coronária őrzőben vagy a Sürgősségi Betegellátó Osztályon (SBO) történt. Ezen esetek ellátásában a KRSz

normális körülmények között nem vesz részt, az ALS-t az ITO, a Coronária őrző valamint az SBO személyzete önállóan biztosította.

.....Kórház

Kéztartás:

KÓRHÁZI RESUSCITATIOS JELENTÉS

Utstein Form

1. Dátum: _____ év ____ hó ____ nap **2. Helyszín** 1 Coronaria 2 Intenzív osztály 3 Sürgősségi osztály 4 Ambulancia / rendelő 5 Diagnosztika / Intervenció (Rtg) 6 Újszülött / csecsemő 7 Műtő 8 Osztály 9 Egyéb:_____ **3. Összeesésnek volt-e szemtanuja?** 1 Igen 2 Nem 3 Bizonytalan **Monitorozva volt?** 1 Igen 2 Nem	**4. A keringésleállás pillanatában éppen zajló beavatkozások:** *(minden jelölendő)* 1 Semmi 2 Vénabiztosítás 3 Iv. gyógyszerelés 4 EKG monitorozás 5 Intubáció 6 Lélegeztetés 7 ICD / PM beültetés 8 Artériás katéter 9 Egyéb:_____	NÉV: _____ Születési dátum: _____é _____ h _____ n Életkor _____ év Nem: 1 Férfi 2 Nő _____ ITO fevétel esetén kód: _____ JELENTÉS SORSZÁMA: _____

5. Keringésleállás oka 1 Malignus aritmia 2 Hypotensio 3 Légzésdepresszió 4 Metabolikus ok 5 MI vagy ischaemia 6 Ismeretlen 7 Egyéb: _____ **6. BLS-t megkezdték?** Igen *(mit csináltak?)* → 1 mellkasi kompresszió 2 defibrilláció 3 légútbiztosítás Nem *(miért nem?)* → 4 „holtan találták” 5 reménytelennek tartják 6 DNR / DNAR	**7. Kiérkezéskori állapot:** Eszmélet: 1 volt 2 nem volt Légzés: 1 volt 2 nem volt Pulzus: 1 volt 2 nem volt **9. Riasztás – reanimáció idők:** *(a *-al jelölt időpontok kitöltése nagyon fontos!)* óra : perc *Kollapszus: ___ : ___ 1 CPR team riasztás: ___ : ___ 2 CPR team érkezés: ___ : ___ 3 ALS megkezdése: ___ : ___ 4 Első DC shock: ___ : ___ 5 Intubáció: ___ : ___ 6 Első Tonogen: ___ : ___ 7	**8. Iniciális ritmus:** 1 VF 4 Bradycardia 2 VT 5 Asystole 3 EMD 6 Ép keringés **CPR leállás:** ____ : ____ **Leállás oka:** 1 ROSC 2 Reménytelen 3 Halál 4 DNR/DNAR **Spontán keringés (ROSC):** 1 Visszatért: ____ : ____ 2 Nem tért vissza Átmenetileg visszatért → 3 ≤ 20 min 4 > 20 min , de ≤ 24 h 5 > 24 óra

10. Eszméletretérés: Időpiont: ___ : ____ Dátum:___é___h___n **11. Kórházi kimenetel:** 1 Elbocsátás: → dátuma: ___é___h___n Elbocsátás iránya: 2 más osztály 3 haza 4 krónikus osztály Elbocsátáskori CPC: _____ GCS: _____ (eye__ ver___mot__) 5 Kórházban meghalt → dátuma: ___é ___h___n **12. Hat hónapos túlélés**: 1 igen 2 nem (halál: ___é___h___n) **13. Egy éves túlélés**: 1 igen 2 nem (halál: ___é___h___n)	**14. Halál oka:** 1 Coronaria 2 Trauma 3 Malignitás 4 Egyéb 15 ICD-CM kód: _____ **CPR team vezető orvos:** _____

Kitöltendő valamennyi resuscitatios riasztáskor !

3.7. ábra: standard adatlap (Utstein) a kórházon belüli újraélesztések dokumentációjához.

Az adatlapok elemzésekor ugyancsak ki kellett hagynunk a feldolgozásból azokat az eseteket, amelyekben az ALS csapat a kétféle kéztartást vegyesen alkalmazta.

A vizsgálat végpontja a spontán keringés helyreállása (ROSC: Recovery of Spontaneous Circulation) melyet úgy definiáltunk, hogy az ALS csapat vezető orvosa által legalább 20 percen át érzékelt centrális pulzus vagy más életjelenség (spontán légzés, mozgás, köhögés vagy garatreflexek visszatérése), mely után a beteg az Intenzív Terápiás Osztályra (ITO) felvételre került.

A vizsgálatba bevont betegek Utstein adatlapjait a vizsgálat befejeztével elemeztük. A numerikus adatokat átlag és standard deviáció formájában adtuk meg. A magyar és a nemzetközi kéztartással végzett resuscitatiók adatait két mintás Student-T próbával, a nonparametrikus (binomiális) adatokat Chi-négyzet teszt vagy nem elégséges elemszám ($n<40$) esetén a Fisher's Test segítségével hasonlítottuk össze; szignifikánsnak tekintettük a $p<0.05$ értéket. A statisztikai számításokat a StatPlus:Mac 2009 (AnalystSoft, StatPlus:mac - statistical analysis program for Mac OS. Version 2009. See http://www.analystsoft.com/en/) segítségével végeztük.

4. Eredmények

4.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása

A képzésen részt vevő 38 önkéntesből 32-en feleltek meg a vizsgálatba történő bevonás követelményeinek. Közülük összesen 28-an (13 férfi és 15 nő, átlagéletkor 26,07 ± 1,05 év, átlagos kézméret a nemzetközi sebészi kesztyű-mérték szerint 7.25 ± 0,55) voltak képesek mindkét 30 másodperces mérési időszak alatt legalább 90%-ban megfelelő hatékonyságú mellkasi kompressziókat végezni.

Az egyes mérések során rögzített nyomások felületre vetített gyakoriságát a táblázat mutatja (4.1. táblázat). A gyakoriságokat a 3D diagram ugyancsak szemlélteti (4.1 és 4.2. ábrák). Ezen a 3D diagramon az egyes színek a mellkasfalon kijelölt egyes terület egységeket reprezentálják (zöld=biztonságos terület, sárga=határterület, piros=veszélyes zóna), az oszlopok magassága az egyes terület-egységekhez tartozó lenyomási gyakoriságot reprezentálják. Az ideális mellkasi kompresszió csak a zöld területen jelezne magas oszlopokat (tehát csak a biztonságos zónát komprimálják), míg a sárgán és a piroson nem jelenne meg nyomási gyakoriságot jelző oszlop.

A hagyományos magyar kéztartással végzett kompressziók során a mátrix projekciós technikával rögzített nyomásnak kitett mellkasfali terület nagysága átlagosan 73,46 (± 17,11) cm^2 volt. A biztonságos tartományban ebből 25,71 (± 3,59) cm^2 (35,0%), a határterületi tartományban 39,68 (± 7,10) cm^2 (54,0%) míg a veszélyes területen 8,07 (± 1,91) cm^2 (10,99%) kompressziós felületet rögzítettünk.

A nemzetközi ajánlásnak megfelelő kéztartással végzett kompressziók esetén a teljes nyomásnak kitett terület nagysága 41,75 (± 11.80) cm^2 volt mely érték szignifikánsan kisebb mint a magyar kéztartással kompressziónak kitett terület nagysága ($p<0.005$). A biztonságos területre eső kompressziók az összes kompressziós felület 55,43%-nak, összesen 23,14 (± 7.39) cm^2-nek felelt meg. A

határterületi felületre a nyomás alá került felület 37,55%-a azaz 15,68 (± 5,03) cm^2 míg a veszélyes terület annak 7,01%-a volt, ami 2,93 (± 0,78) cm^2 területet jelentett (4.3. és 4.4. ábrák).

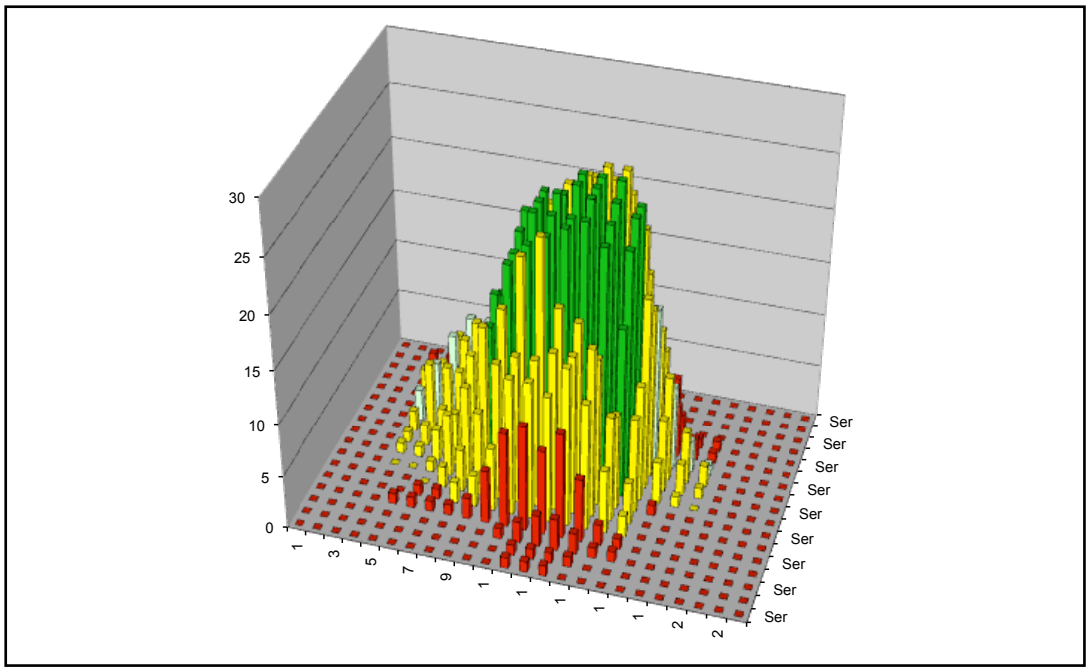
4.1. táblázat: a mellkas felületének mátrix térképén az egyes területegységek nyomási gyakorisága magyar és nemzetközi kéztartással (n). A színek a mellkasfal biztonságos (zöld), széli (sárga) és veszélyes (piros) zónáit reprezentálják

Magyar kéztartás

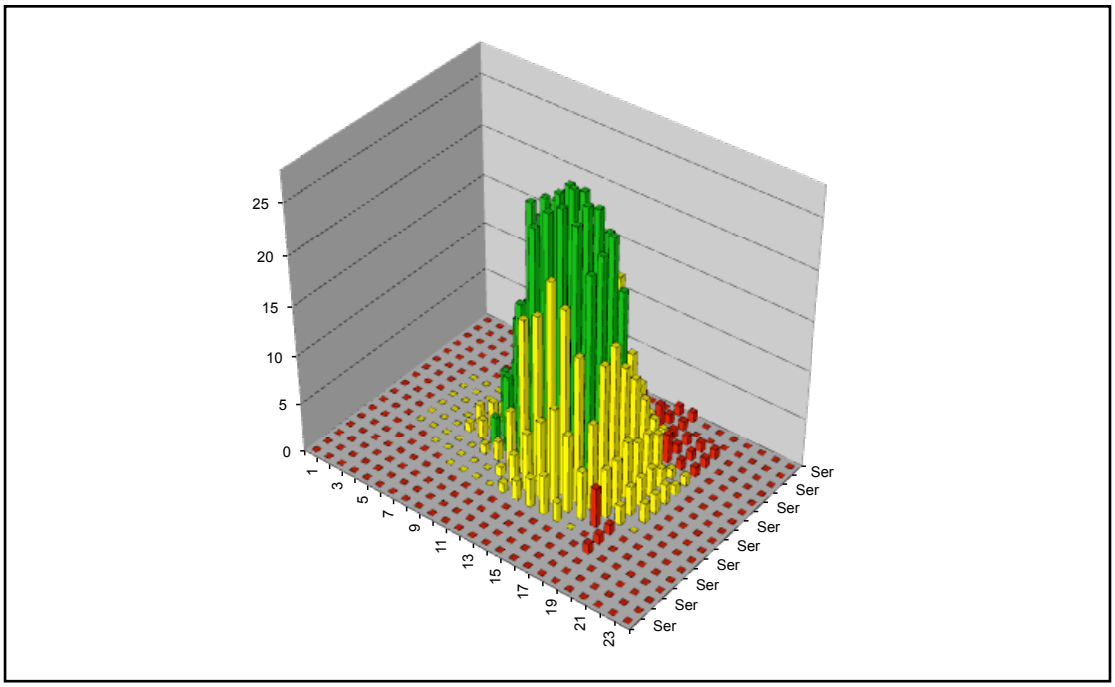
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
D	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	2	0	0	1	1
E	0	0	0	1	0	0	0	1	2	7	6	5	4	2	2	1	0
F	0	0	0	1	1	0	1	3	4	7	9	8	5	4	3	2	1
G	0	0	0	1	1	2	6	5	8	10	11	9	7	4	2	1	1
H	0	0	0	1	2	4	9	11	13	11	11	10	10	6	4	1	1
I	0	0	0	2	3	8	15	14	16	15	15	12	12	7	4	1	1
J	0	0	0	5	6	13	17	20	20	21	22	17	17	16	9	2	0
K	0	0	1	9	13	14	22	22	24	24	24	22	22	20	16	2	0
L	1	1	2	10	13	14	24	23	24	25	24	24	24	23	18	2	0
M	1	1	3	8	12	15	18	24	24	26	26	25	25	24	21	3	2
N	1	1	3	10	15	15	17	25	26	26	26	26	26	24	22	4	1
O	0	1	2	6	12	16	14	23	24	25	26	26	26	23	18	5	0
P	0	0	1	2	6	10	9	16	22	24	24	21	21	16	10	4	0
Q	0	0	1	1	2	4	9	11	18	16	15	12	12	9	4	3	0
R	0	0	0	0	0	0	1	4	7	10	8	5	3	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	3	2	1	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nemzetközi kéztartás

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	2	2	2	1	0	0
I	0	0	0	0	0	0	1	3	7	7	8	3	4	3	1	0	0
J	0	0	0	0	0	0	2	8	13	14	11	6	5	4	2	1	1
K	0	0	0	0	0	1	6	16	25	23	21	9	7	4	4	2	1
L	0	0	0	0	1	3	16	24	26	25	25	12	6	6	3	2	1
M	0	0	0	0	2	6	17	26	27	27	21	12	7	5	4	2	1
N	0	0	0	0	3	8	21	27	28	27	20	13	8	3	2	2	0
O	0	0	0	0	4	10	19	26	27	26	23	18	8	4	1	0	0
P	0	0	0	0	2	8	15	22	23	24	18	11	7	3	3	1	1
Q	0	0	0	0	0	5	9	14	15	12	10	7	4	2	1	1	1
R	0	0	0	0	0	4	5	5	6	5	5	4	3	1	1	0	0
S	0	0	0	1	1	1	2	3	3	3	2	1	1	1	1	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0
U	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

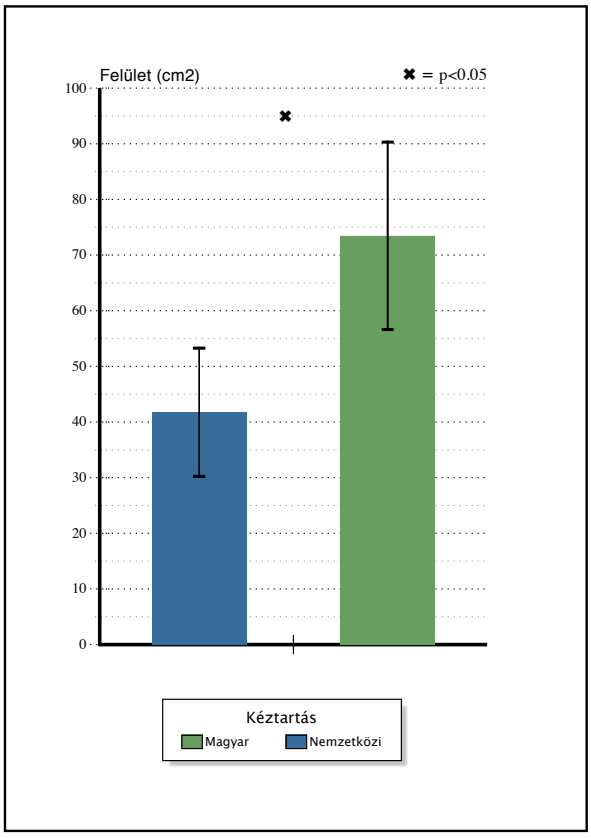


4.1. ábra: a mellkas felületének nyomási gyakorisága a hagyományos magyar kéztartással. Az oszlopok magassága az egyes területek nyomási gyakoriságát mutatják (z tengely, [n]) míg a színek a mellkasfal biztonságos (zöld), határterületi (sárga) és veszélyes (piros) zónáit reprezentálják. (x-y koordináták a mellkasfal felületének mátrix térképét reprezentálják 1x1 cm^2 bontásban)



4.2. ábra: a mellkas felületének nyomási gyakorisága a nemzetközileg ajánlott kéztartással. Az oszlopok magassága az egyes területek nyomási gyakoriságát mutatják (z tengely, [n]) míg a színek a mellkasfal biztonságos (zöld), határterületi (sárga) és veszélyes (piros) zónáit reprezentálják. (x-y koordináták a mellkasfal felületének mátrix térképét reprezentálják 1x1 cm^2 bontásban)

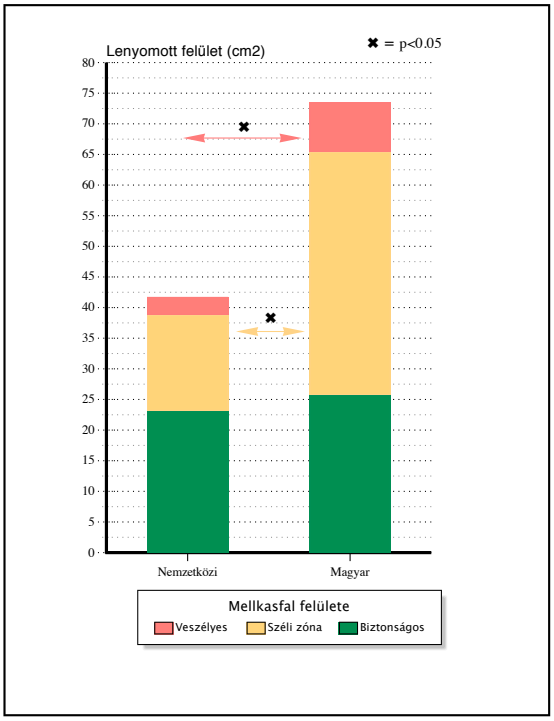
A mellkasfalon kijelölt terület-egységeket nézve a két eltérő kéztartással végzett kompressziók során a biztonságos zóna kompressziója tekintetében nem volt statisztikailag szignifikáns eltérés (25,71 (± 3,59) cm^2 vs. 23,14 (± 7.39) cm^2 , p=0,007). A hagyományos magyar kéztartással végzett kompressziók során azonban mind a határterületet érő nyomási felület (39,68 (± 7,10) cm^2 vs 15,68 (± 5,03) cm^2, p<0.005) mind pedig a veszélyes zónában kifejtett nyomás területe (8,07 (± 1,91) cm^2 vs 2,93 (± 0,78) cm^2 , p<0,005) szignifikánsan nagyobb volt mint a nemzetközi ajánlás szerint történő mellkasi nyomások esetében (4.4. ábra).



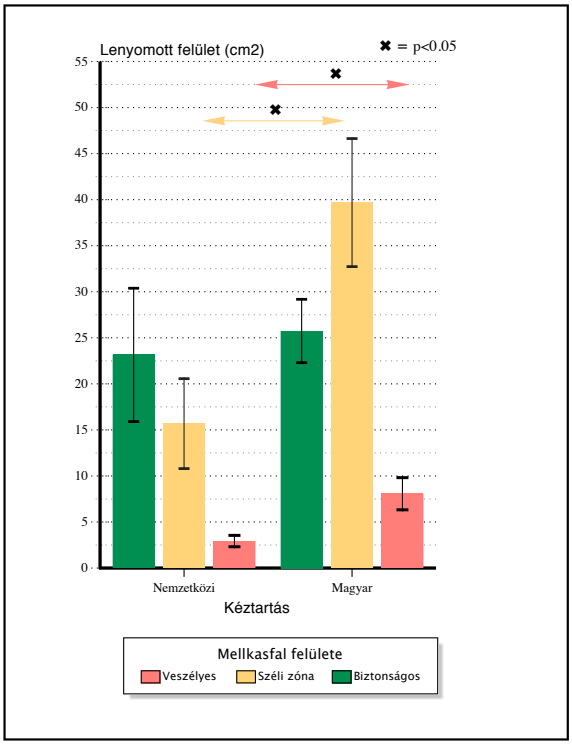
4.3. ábra: a mellkasfal felületének közvetlen nyomásnak kitett területei a magyar és a nemzetközi kéztartással (átlag, STD)

Annak vizsgálata során, hogy az egyes kéztartások esetén a közvetlenül lenyomott felületek mekkora hányada esik a különböző mellkasi területekre (biztonságos, határterületi és veszélyes zónák) azt találtuk, hogy a nemzetközi kéztartással lenyomott mellkason a direkt kompresszió 55,43 (± 17,70)% a biztonságos, 37,55 (± 12.05)% a határterületi és mindössze 7,01 (± 1,67)% esik a veszélyes zónára. A magyar kéztartással végzett kompressziók esetén ezek az

arányok 35,00 (± 4,89)% a biztonságos, 54,1 (± 9,86)% a határterületi és 10,99 (± 2,60)% a veszélyes zónára estek (4.5. ábra).



4.4. ábra: a magyar és a nemzetközi kéztartással közvetlen nyomás alá helyezett mellkasfal területének összehasonlítása.



4.5. ábra: a mellkasfal magyar és nemzetközi kéztartás használatakor közvetlen nyomásnak kitett felületeinek összehasonlítása

4.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítására végzett vizsgálat eredményei

Összesen 11 résztvevő kétszer 3 percig végzett kompressziókat a magyar és kétszer három percig a nemzetközi kéztartással. A résztvevők közül 5 nő, 6 férfi, átlagos életkoruk 26,27 (± 4,08) év, átlagos testmagasságuk 177,09 (± 13,35) cm volt. A 11 résztvevőből 1 résztvevő a vizsgálatba azért nem került bevonásra, mert a szubjektív megítélés szerint az egyik kéztartást nem a megfelelő módon alkalmazta. 10 résztvevő mind a magyar mind az európai kéztartást megfelelő módon alkalmazta.

A magyar és a nemzetközi kéztartásokkal végzett kompressziók adatait a 3 perc átlagára valamint az első, a második, és a harmadik perc 10. - 20. másodperc közti időintervallumain belül mérve a 4.2. táblázat tartalmazza.

A mellkasi kompressziók frekvenciáját tekintve a magyar kéztartással végzett resuscitatio során a vizsgált 3 perc alatt az átlag 100,65 (±11,47) / min volt, ami közelítőleg egyezett a nemzetközi kéztartással elért átlagos 100,70 (± 13,78) /min frekvenciával ($p=0,9741$). Az idő múlásával a magyar kéztartással végzett kompressziók frekvenciája szignifikánsan csökkent. Az első percben teljesített 105,9 (± 12,20) /min frekvencia a második percben 98,4 (± 12,06) / min-re ($p<0,05$), majd a harmadik percben 97,5 (± 13,04)/min értékre lassult le (az első - második és első - harmadik perc közötti különbségek szignifikánsak, $p<0,05$; a második - harmadik perc közti érték nem szignifikáns, $p=0,6794$). A nemzetközi kéztartással végzett kompressziók is mutatták a frekvencia csökkenésének jeleit, bár itt a szignifikáns változás csak a harmadik percre realizálódott. Az első perc 103,50 (± 12,14)/min frekvenciája a második percre 97,80 (± 17,09)/min-re ($p=0,0508$), majd a harmadik percre 95,40 (± 18,04)/min-re csökkent le (első és harmadik perc közti eltérés szignifikáns, $p<0,05$). A kompressziók frekvenciájának időbeli változását szemlélteti a 4.6. ábra.

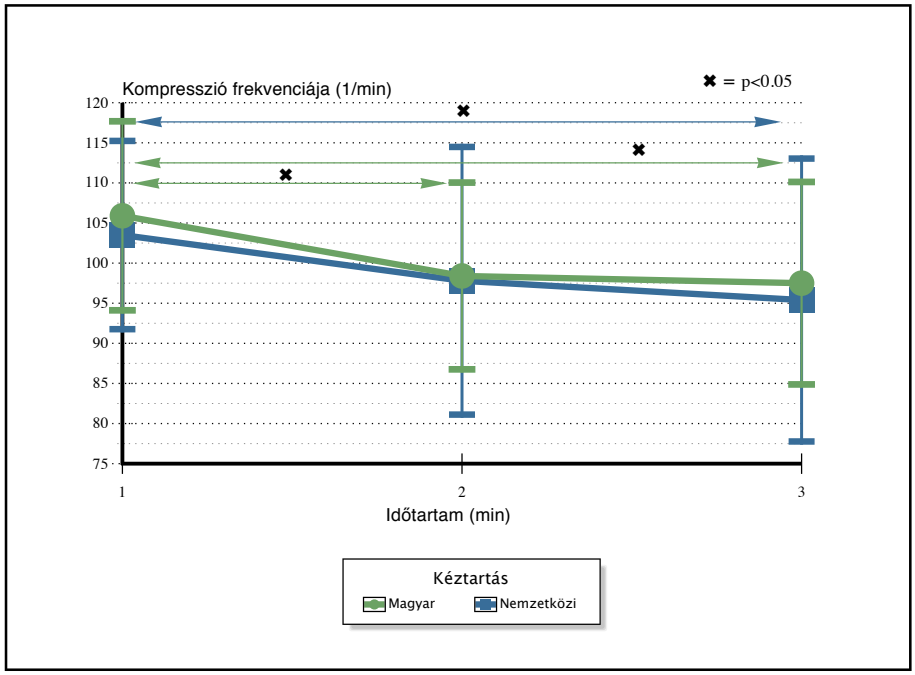
A mellkasi kompressziók mélysége a magyar kéztartással végzett resuscitatio 3 percében átlagosan 39,3 (± 6,51) mm, míg a nemzetközi kéztartással végzett kompressziók esetén 38,15 (± 7,49) mm volt.

4.2. táblázat: A 3 perces vizsgálat alatt rögzített adatok: a teljes 3 perc, az első perc, a második perc és a harmadik perc átlagai, 95% CI és STD, valamint a két kéztartással mért értékek összehasonlításával kapott p értékek.

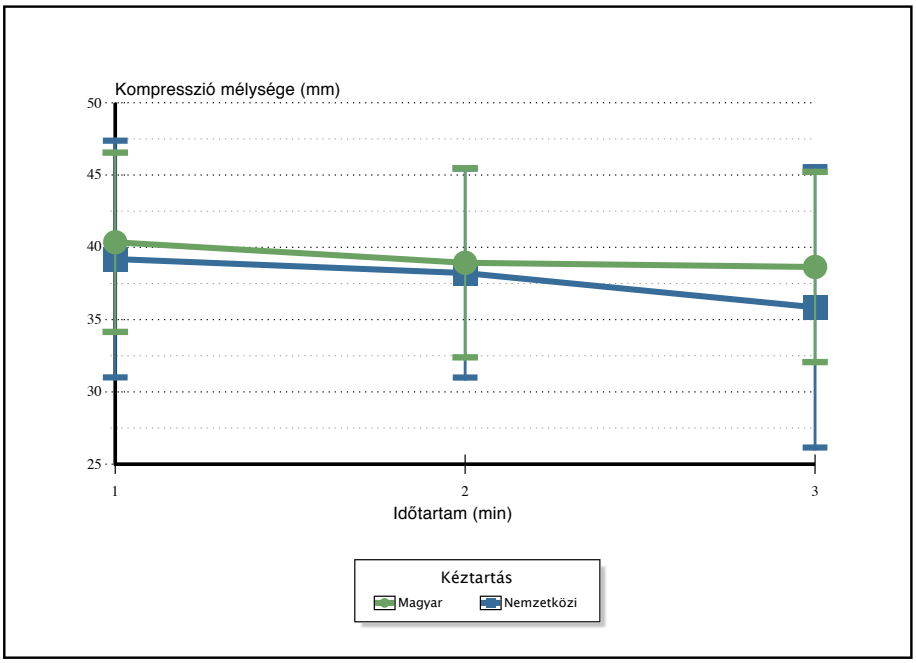
	Magyar kéztartás			**Nemzetközi kéztartás**			
	Átlag	**95% CI**	**STD**	**Átlag**	**95% CI**	**STD**	***p***
	Összesített 0 - 3 perc						
Frekvencia (1/min)	100.65	95.6-105.7	11.47	100.7	94.6-106.7	13.78	*0.97417*
Mélység (mm)	39.30	36.4-42.2	6.51	38.15	34.8-41.4	7.49	*0.43796*
Hibás nyomáspont (%)	31.80	14.5-49.1	39.39	28.45	12.1-44.8	37.30	*0.74764*
Támaszkodás (%)	6.05	-0.4-12.5	14.61	8.00	-1.3-17.3	21.33	*0.72212*
	0 - 1 Perc						
Frekvencia (1/min)	105.90	100.6-111.2	12.20	103.50	98.1-108.8	12.14	*0.30540*
Mélység (mm)	40.35	37.5-43.2	6.42	39.19	35.5-42.9	8.40	*0.52478*
Hibás nyomáspont(%)	31.15	11.4-50.9	45.08	29.85	11.9-47.8	40.95	*0.91907*
Támaszkodás (%)	0.56	0.1-1.1	1.13	0.72	0.0-1.5	1.72	*0.64459*
	1 - 2 perc						
Frekvencia (1/min)	98.40	93.1-103.7	12.06	97.80	90.3-105.3	17.09	*0.84736*
Mélység (mm)	38.93	36.0-41.9	6.76	38.22	35.0-41.5	7.44	*0.65913*
Hibás nyomáspont(%)	34.95	14.6-55.3	46.54	39.05	18.9-59.2	46.02	*0.72343*
Támaszkodás (%)	0.31	0.0-0.6	0.74	0.23	0.0-0.5	0.55	*0.47828*
	2 - 3 perc						
Frekvencia (1/min)	97.50	91.8-103.2	13.04	95.40	87.5-103.3	18.04	*0.39154*
Mélység (mm)	38.64	35.7-41.6	6.80	35.85	31.5-40.2	9.91	*0.16066*
Hibás nyomáspont(%)	33.90	13.2-54.6	47.22	25.75	8.6-42.9	39.13	*0.41643*
Támaszkodás (%)	0.25	-0.1-0.6	0.76	0.12	-0.1-0.3	0.49	*0.50487*

A két eltérés statisztikailag nem szignifikáns (p=0,5247). Az időben történő változásokat szemlélve az látható, hogy a magyar kéztartás mellett a kompressziók mélysége az első percben 40,35 (± 6,42) mm, a második percben 38,93 (± 6,76) mm és a harmadik percben 38,64 (± 6,80) mm volt. A változások egymáshoz illetve a kiindulási értékhez képest sem szignifikánsak (1-2 perc p=0,1910, 1-3 perc p=0,2245, 2-3 perc p= 0,7586). A nemzetközi kéztartás alkalmazásakor az eredmények lényegében hasonlónak bizonyultak: az első

percben a kompressziók mélysége 38,15 (± 7,49) mm, a második percben 39,19 (± 8,40) mm majd a harmadik percben 35,85 (± 9,91) mm volt, amely változások statisztikailag ugyancsak nem érik el a szignifikáns szintet (1-2 perc p=0,2007, 1-3 perc p=0,0897, 2-3 perc p=0,1376). A kompressziók mélységének változását az időben a 4.7 ábra szemlélteti.



4.6. ábra: a kompressziók frekvenciájának változása a 3 perces mérés alatt

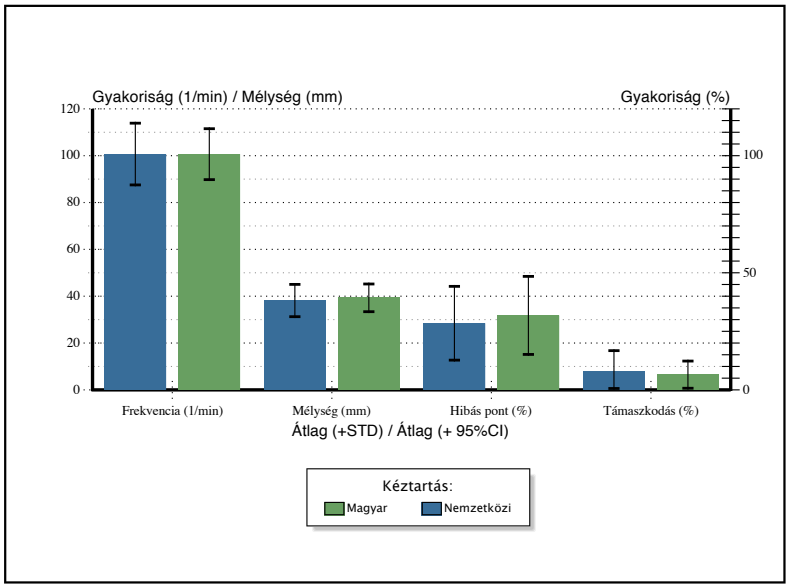


4.7. ábra: a kompressziók mélységének változása a 3 perces mérés alatt

A hibás nyomási pontok gyakorisága a magyar kéztartás esetén a 3 percben átlagosan 31,8 (± 39,39) % volt, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy körülbelül minden harmadik kompresszió esetében az AMBU szoftver a nyomás helyét pontatlannak találta. Ugyanez az érték a nemzetközi kéztartás esetében átlagosan csak 28,45 (± 37,3)% volt, ami azonban a nagy szórás miatt statisztikailag nem volt szignifikáns (p=0,7476). Az idő előrehaladtával a hibásnak jelzett kompressziók gyakorisága nem változott jelentősen: a magyar kéztartás mellett az első percben 31,15 (± 45,08)%, a második percben 34,95 (± 46,54)% és a harmadik percben 33,90 (± 47,22)% volt. Az eltérések meglehetősen nagy szórást mutatnak és statisztikailag nem szignifikánsak. A nemzetközi kéztartás mellett az első percben a hibásnak jelzett kompressziók aránya 29,85 (± 40,96)%, a második percben 39,05 (± 46,02)% és a harmadik percben 25,75 (± 39,13)% volt - ugyancsak nagy szórás mellett statisztikai szignifikáns eltérés nélkül.

A mellkas teljes fel nem engedését ("támaszkodás") a magyar kéztartás mellett a 3 perces resuscitatios scenario alatt átlagosan 6,05 (± 14,61)%-ban figyeltük meg, a nemzetközi kéztartás esetén pedig 8,00 (± 21,33)%-ban, az eltérés statisztikailag nem szignifikáns (p=0,7221).

A 3 perces mellkasi kompressziók során mért átlagos teljesítmények összehasonlítását a két eltérő kéztartású csoportban a 4.8. ábra szemlélteti.

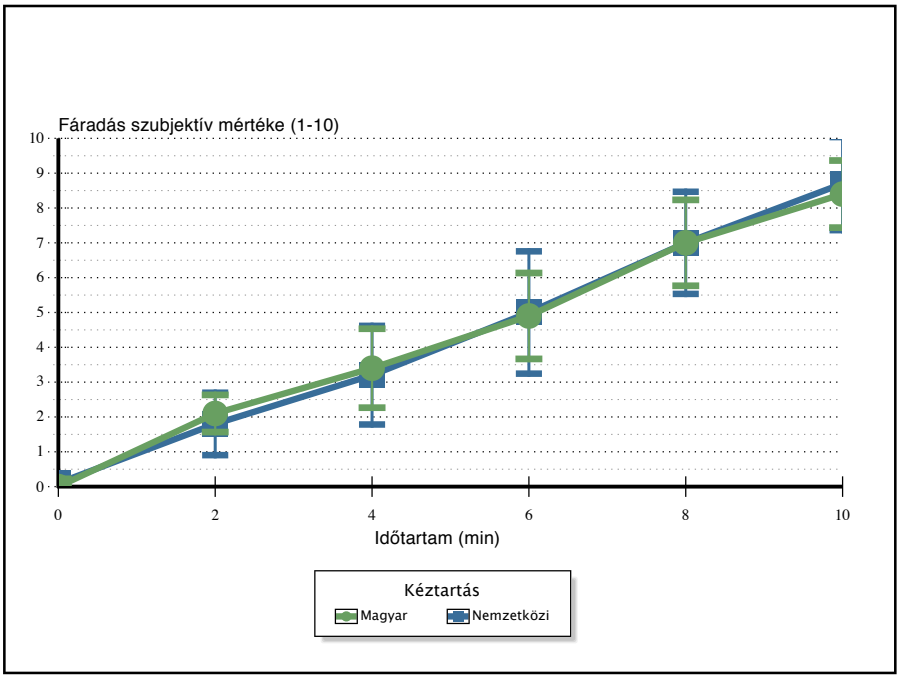


4.8. ábra: a 3 perces mellkasi kompressziók átlagos teljesítményei a két csoportban. A frekvencia és a kompressziók mélysége átlag és STD; a hibás nyomáspont és a támaszkodás átlag és 95% CI jelölésével.

4.3. A segélynyújtók fáradását összehasonlító vizsgálat eredményei

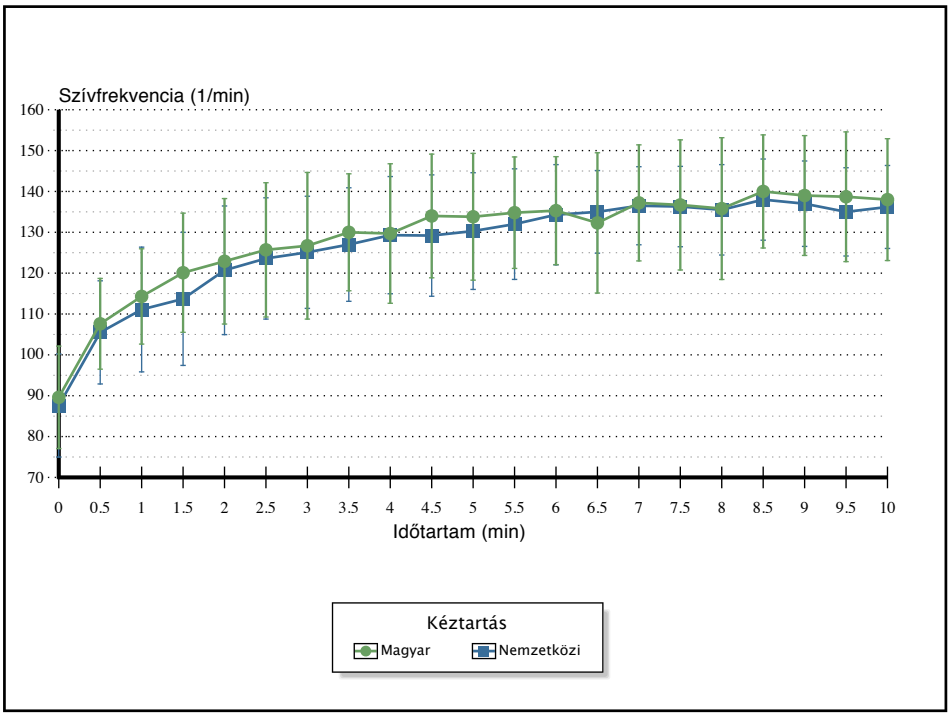
Összesen 12 résztvevő kísérelte meg a kétszer 10 percig tartó folyamatos kompressziókat a magyar és a nemzetközi kéztartással. A résztvevők közül 6 nő, 6 férfi, átlagos életkoruk 26,17 (± 3,90) év, átlagos testmagasságuk 176,33 (± 7,50) cm volt. Átlagos testsúlyuk 68,83 (± 13,45) kg volt. A 12 résztvevőből 2 vallotta magáról, hogy dohányzik. A 12 résztvevőből 2 résztvevő a vizsgálatba azért nem került bevonásra, mert kifáradás miatt a vizsgálatot a 8. illetve a 7. percben felfüggesztették.

A szubjektív fáradás megítélése mind a két kéztartással komprimáló csoportban meglehetősen egységes volt. A magyar kéztartással végzett kompressziók során kezdetben "0" értékről a második perc végére 2,1 (± 0.99), a negyedik percre 3,5 (± 1,51) a hatodik percre 4,9 (± 1,85) a nyolcadik percre 7,0 (± 1,56) és a tizedik percre 8,4 (± 1,43) átlagos értéket ért el. Ezen értékek egyike sem különbözött szignifikánsan a nemzetközi kéztartással komprimáló csoport eredményeitől, amelyek a 2. a 4. a 6. a 8. és 10. percekben 1,8 (± 0,32), 3,2 (± 1,23), 5,0 (± 1,33), 7,0 (± 1,33) és 8,7 (± 1,06) voltak. A fáradtság szubjektív megítélését a 0-10 skálán a 4.9 ábra szemlélteti.



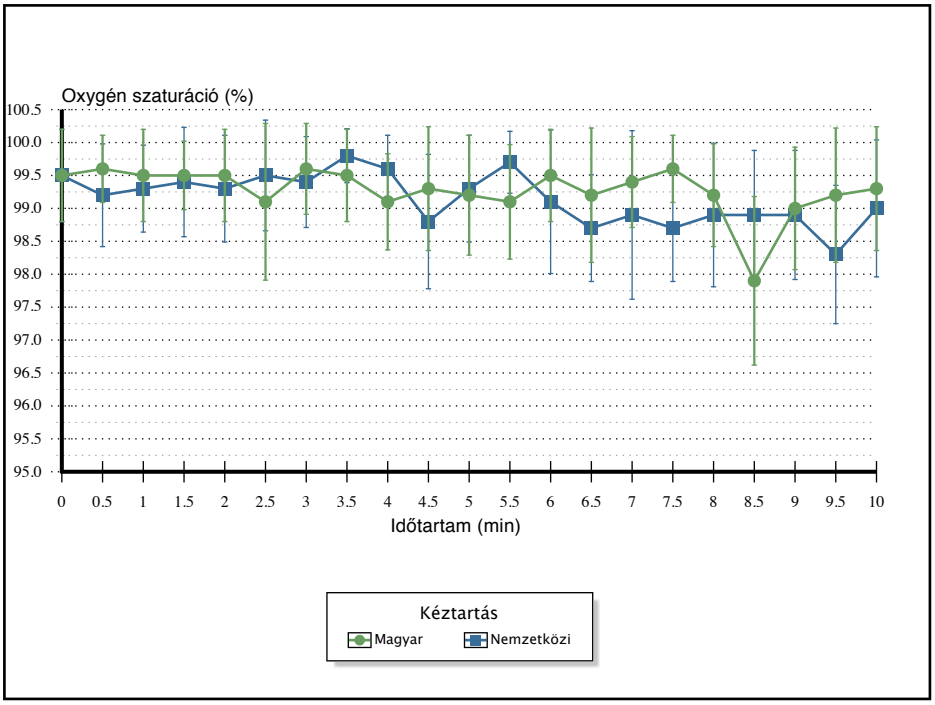
4.9. ábra: a fáradtság szubjektív megítélése 10 perces mellkasi kompressziók alatt a két csoportban 0-10 skálán (0: egyáltalán nem fáradt - 10: nem képes folytatni a fáradtságtól)

A szívfrekvencia a magyar kéztartással mellkasi kompressziókat végző csoportban a kiindulási átlagos 89,6 (± 12,70) / min (95% CI, 81,7-97,4) értékről a második perc végére átlagosan 122,9 (± 15,51) / min (95% CI, 113,2-132,5) a hatodik perc végére 135,8 (± 13,37) / min (95% CI, 127,0-143,6) és a 10 perc végére 138,0 (± 15,07) / min (95% CI, 128,6-147,3) értéket ért el. Ez a szívfrekvencia növekedés nem volt statisztikailag szignifikánsan eltérő a nemzetközi kéztartással komprimáló csoport eredményeitől, ahol a kezdeti átlagos 87,6 (± 12,78)/min (95% CI, 79,6-95,5) értékről a második percre 120,7 (± 15,90)/min (95% CI, 110,8-130,5), a hatodik percre 134,3 (± 12,42) / min (95% CI, 126,6-142,0) és a tizedik perc végére 136,2 (± 10,31)/min (95% CI, 129,8-142,5) értékeket mutatott. A szívfrekvencia változást a két vizsgálati csoportban az 4.10. ábra mutatja.



4.10. ábra: a szívfrekvencia alakulása 10 perces mellkasi kompresszió alatt a két csoportban

Az oxigén szaturáció vizsgálata egyik csoportban sem mutatott ki szignifikáns változást a mellkasi kompressziók alatt, ám ez nem is volt várható az egészséges, jó fizikai kondícióban lévő vizsgált személyek esetében. Az átlagos 99,5 (± 0,70) % érték egyik csoportban sem változott számottevően. (4.11. ábra)



4.11. ábra: az oxigén szaturáció alakulása 10 perces mellkaskompresszió alatt a két csoportban

4.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat eredményei

A vizsgálatban összesen 8 cadaveren végeztünk méréseket, átlagéletkoruk 74,37 (± 6,19) év volt, közülük 6 férfi és 2 nő.

A kompressziókat 4 rezidens orvos és orvostanhallgató végezte (átlagéletkor: 26,75 (± 3,59) év, férfi/nő arány 3/1), valamennyien részt vettek ezt megelőzően gyakorlati képzésen, ahol a magyar és a nemzetközi kéztartással végzett mellkasi kompressziókat sajátították el.

A kompressziók alatt a vena cava superior nyomásgörbéi pozitív csúcsot mutattak, amely nyomás a mellkas felengedésének fázisában közelítőleg nullára esett vissza. A kompressziók alatt mindvégig tapintható volt az arteria femoralis pulzus, így valamennyi kompresszió klinikailag hatásosnak volt tekinthető.

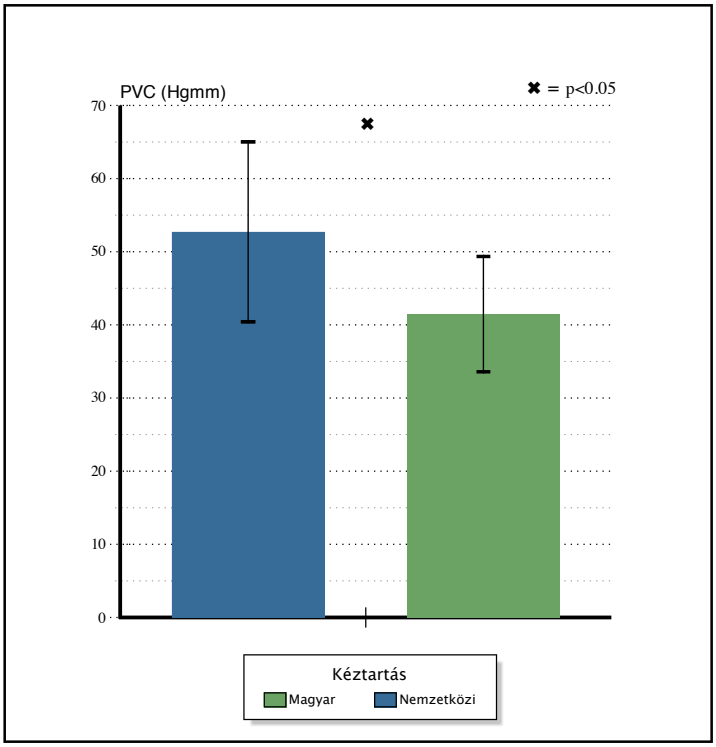
A magyar és a nemzetközi kéztartással végzett egy - egy perces mellkaskompressziók során mért vena cava superior nyomások csúcsértékeit a 4.3. táblázat foglalja össze.

A nyolc mérés során nyert átlagos csúcs-P_{VC} az egy perces mellkasi kompresszió alatt a magyar kéztartással 41,47 (95% CI: 35,8-47,1) ± 8,12 Hgmm, míg nemzetközi kéztartással 52,75 (95% CI: 44.0-61,4) ± 12,58 Hgmm volt, ($p<0.05$) (4.12. ábra)

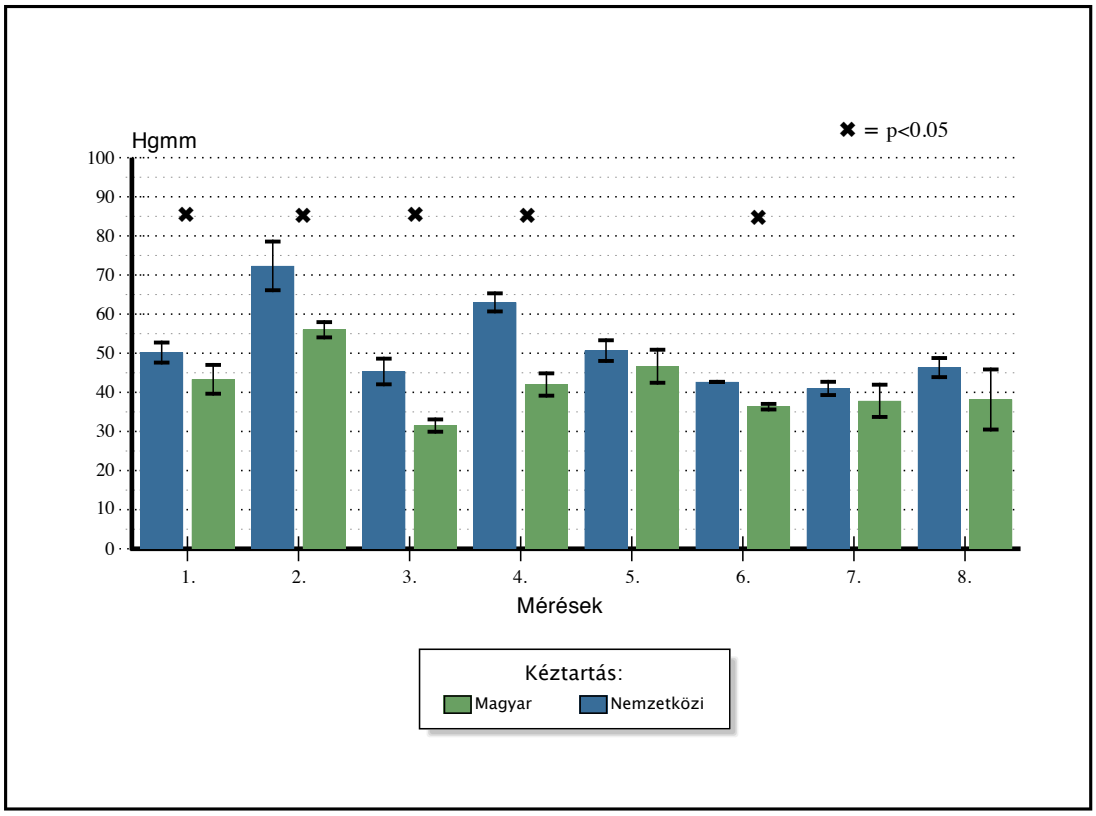
4.3. táblázat: az egyes cadavereken mért átlagos P_{VC} értékek, 95% CI és STD

	Nemzetközi kéztartás		**Magyar kéztartás**		
Mérés	**Átlag (95% CI)** [Hgmm]	**STD**	**Átlag (95% CI)** [Hgmm]	**STD**	**p**
A	50.17 *(47.7-52.6)*	± 3.06	43.33 *(39.9-46.6)*	± 4.18	*p<0.05*
B	72.33 *(67.3-77.3)*	± 6.22	56.00 *(54.0-57.9)*	± 2.42	*p<0.05*
C	45.33 *(42.3-48.5)*	± 3.78	31.50 *(29.8-33.1)*	± 2.07	*p<0.05*
D	63.00 *(60.7-65.2)*	± 2.81	42.00 *(39.3-44.6)*	± 3.35	*p<0.05*
E	50.67 *(48.1-53.1)*	± 3.14	46.67 *(42.8-50.4)*	± 4.72	*0.13572*
F	42.67 *(42.2-43.0)*	± 2.19	36.33 *(35.3-37.3)*	± 1.21	*p<0.05*
G	41.00 *(39.2-42.7)*	± 2.19	37.83 *(34.1-41.5)*	± 4.62	*0.08021*
H	46.33 *(43.9-48.6)*	± 2.94	38.17 *(31.6-44.7)*	± 8.18	*0.06517*

Az azonos cadaveren mért nyomásértékek kisebb szórást mutattak. Látható, hogy az átlagértékek mind a 8 mérés esetében a nemzetközileg ajánlott kéztartás alkalmazása esetén magasabb P_{VC} értéket mutatnak mint magyar kéztartás esetén, bár a vizsgált 8 esetből az eltérés csupán 5 esetben volt statisztikailag szignifikáns, míg 3 esetben nem (4.13. ábra)



4.12. ábra: a cadavereken mért P_{VC} nyomások átlagértékei (+STD)



4.13. ábra: az egyes cadavereken mért P_{VC} nyomás értékek (+STD)

4.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére: prospektív obszervációs klinikai vizsgálat eredményei

A vizsgálati időszak (2005 január 1 - 2006 június 30) alatt a kórházi resuscitatios szolgálatot 102 alkalommal riasztották. Ebből 3 esetben a helyszínre kiérkezéskor a KRSz orvosa a biológiai halál beálltát állapította meg és resuscitatios (ALS) tevékenységet nem kezdett. 7 esetben a resuscitatio (ALS) során mind a hagyományos magyar mind a nemzetközi kéztartást alkalmazták, 4 esetben az alkalmazott kéztartás nem került megfelelő módon rögzítésre az Utstein adatlapon. A vizsgálatba ezért 88 eset dokumentációja került be. A 88 betegnél 48 esetben a nemzetközileg javasolt ("Nemzetközi csoport"), 40 esetben pedig a hagyományos magyar kéztartást ("Magyar csoport") alkalmazták az ALS során.

A két csoport demográfiai jellemzőit a 4.4. táblázat foglalja össze. Az átlagéletkor a teljes mintában 67,6 (± 18) év volt, a férfi:nő arány 52:36. Az adatlapok elemzéséből kiderült, hogy a keringésleállások 70,4%-a (62 eset) az egészségügyi dolgozók szeme láttára következett be, 15,9% (14 esetben) azonban a beteget az orvos vagy nővér már életjelenségek nélkül találta, s csak ekkor riasztotta a KRSz-t. Sajnos 12 esetben (13,6%) a keringésleállás pontos körülményei nem voltak megfelelő módon rögzítve az adatlapon, így nem lehetett pontosan eldönteni, hogy az tanuk előtt vagy anélkül következett-e be.

A betegek 14,7%-nál észleltünk kamrafibrillációt (VF) a keringésmegállás hátterében, 54,5%-ban pulzus nélküli elektromos aktivitás (PEA) és 30,7%-ban asystolia volt észlelhető. A KRSz kiérkezésekor a betegek 90,1%-ban (80 eset) volt alapfokú újraélesztés (BLS) már folyamatban, ami minden esetben legalább mellkasi kompressziókat jelentett. Az ellátást irányító team vezetőjének véleménye szerint a betegek 29,5%-a primeren szív eredetű, míg 69,3%-a vélhetően nem cardiális eredetű keringésmegállást szenvedett. A KRSz helyszíni resuscitatios erőfeszítéseinek átlagos időtartama 18 perc 47 másodperc volt (± 9:37). A vizsgálat során összehasonlított két csoportban (Magyar és Nemzetközi

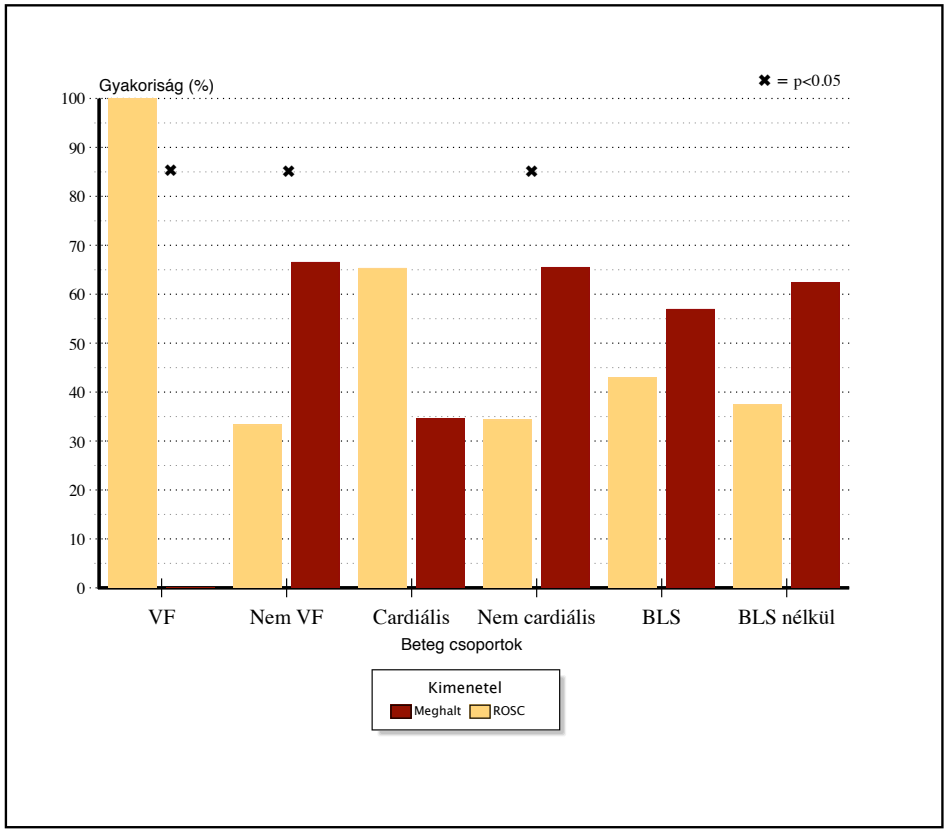
csoport) ezek a demográfiai és a keringésmegállás etiológiáját valamint körülményeit leíró paraméterek statisztikailag nem tértek el egymástól.

4.4. táblázat: a vizsgálatban részt vevő betegek jellemzői a két csoportban.

	Nemzetközi	Magyar	p
n	48	40	
Életkor (átlag)	68.52	66.63	0.47026
Életkor STD	13.18	10.93	
Életkor min	32.00	51.00	
Életkor max	87.00	88.00	
Férfi	28	24	0.12663
Nő	20	15	
ALS időtartam (átlag)	18m 30s	19m 9s	0.75458
ALS időtartam (STD)	10m 14s	8m 59s	
Észlelt	33	29	
Nem észlelt	8	6	
N/A	7	5	0.36451
BLS	43	37	
BLS nem történt	5	3	0.12885
Cardiális	13	13	0.12366
Nem cardiális	35	27	
VF	7	6	0.20480
Non-VF	41	34	

A teljes beteganyag tekintetében a 88 kórházon belüli resuscitatióból a spontán keringés helyreállása (ROSC) 38 betegnél (43,18%) volt sikeres, míg 50 beteget (56,82%) nem sikerült újraéleszteni. A túlélő betegek átlagéletkora 63,2 (±12) év, míg a helyszínen meghalt betegeké 70,9 (± 11,3) év volt, ami a fiatalabb betegek jobb esélyeit támasztja alá ($p<0.05$). Azoknál a betegeknél, akik a KRSz kiérkezésekor kamrafibrilláltak minden esetben sikerült a spontán keringés helyreállítása (13 ROSC/13 beteg), míg azoknál a betegeknél, ahol kiérkezéskor nem sokkolandó ritmus volt észlelhető a ROSC csupán 33,3%-ban volt elérhető (25 ROSC/75 beteg) ami a sokkolandó ritmus lényegesen jobb prognózisát mutatja ($p<0,001$). Hasonlóképpen (részben ezzel összefüggésben is) a feltételezhetően primeren cardiális eredetű keringésmegállások esetében a sikeres újraélesztés gyakoribb volt mint a feltételezhetően nem cardiális eredetű

halálok esetében (17 ROSC/26 beteg vs. 21 ROSC/61 beteg; p<0.05). Azokban az esetekben, ahol a KRSz kiérkezése előtt a kórházi dolgozók megkezdték az újraélesztést (BLS) a túlélési esély jobb volt (35 ROSC/80 beteg, 44%) mint azokban az esetekben, amikor BLS nem történt (3 ROSC/8 eset, 37,5%; p=0,7454) . (4.14. ábra)



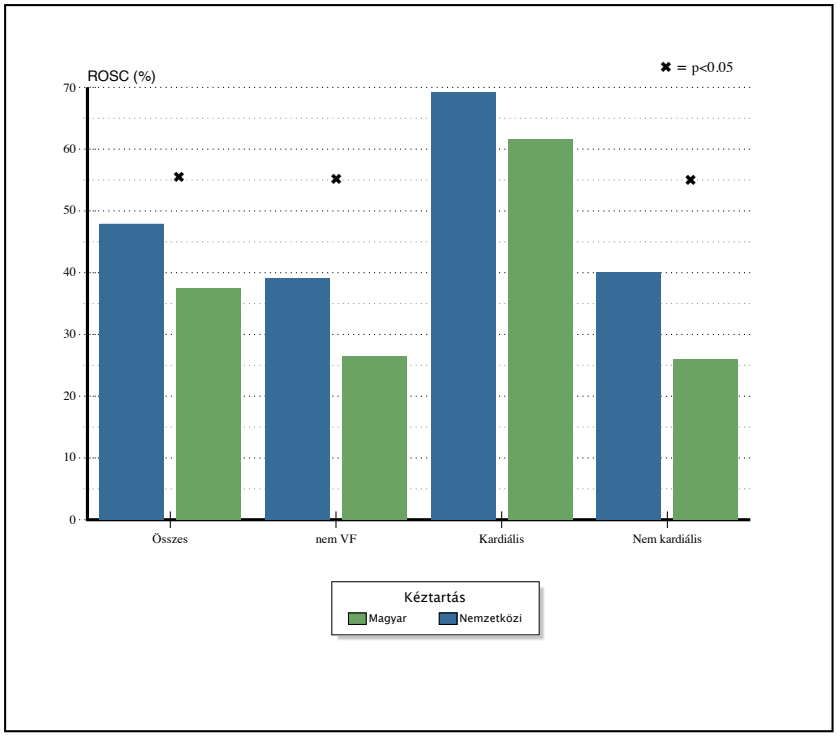
4.14 ábra: a túlélés (ROSC) gyakorisága (%) az egyes betegcsoportokban

Az ALS alatt alkalmazott kéztartások alapján elkülönített két betegcsoport összehasonlító eredményeit a 4.5. táblázat szemlélteti. Eredményeink szerint a nemzetközileg ajánlott kéztartással végzett mellkasi kompressziók esetében 48 betegből 23-nál (47,9%) sikerült a spontán keringést visszaállítani, míg ugyanez a hagyományos magyar kéztartás alkalmazásával 40 esetből 15-ször (37,5%) sikerült (p<0.05). Az összes olyan betegnek, akinek a keringésmegállás hátterében kamrafibrillációja volt sikerült a spontán keringés helyreállítása függetlenül attól, hogy milyen kéztartással történtek a mellkasi kompressziók. A feltehetően cardiális eredetű keringésmegállások esetében a magyar kéztartás alkalmazásával 13-ból 8 betegnél (61,5%) míg a nemzetközi kéztartás használatával 13 betegből 9-nél (69,2%) sikerült a ROSC elérése (p=0.4997).

4.5. táblázat: ROSC gyakorisága a magyar és a nemzetközi kéztartással végzett kórházon belüli újraélesztések során az összes betegen valamint egyes alcsoportok szerint.

	Nemzetközi kéztartás		Magyar kéztartás		
	n	%	n	%	p
Összes beteg	***48***		***40***		
ROSC	23	*47.9%*	15	*37.5%*	
Meghalt	25	*52.1%*	25	*62.5%*	*p<0.05*
VF csoport	***7***		***6***		
ROSC	7	*100.0%*	6	*100.0%*	
Meghalt	0	*0.0%*	0	*0.0%*	*n/a*
Nem VF csoport	***41***		***34***		
ROSC	16	*39.0%*	9	*26.5%*	
Meghalt	25	*61.0%*	25	*73.5%*	*p<0.05*
Kardiális	***13***		***13***		
ROSC	9	*69.2%*	8	*61.5%*	
Meghalt	4	*30.8%*	5	*38.5%*	*0.49977*
Nem kardiális	***35***		***27***		
ROSC	14	*40.0%*	7	*25.9%*	
Meghalt	21	*60.0%*	20	*74.1%*	*p<0.05*
ALS > 10 perc	***36***		***35***		
ROSC	11	*30.6%*	12	*34.3%*	
Meghalt	25	*69.4%*	23	*65.7%*	*0.61202*
ALS > 20 perc	***19***		***16***		
ROSC	3	*15.8%*	3	*18.8%*	
Meghalt	16	*84.2%*	13	*81.3%*	*0.57717*

Ugyanakkor a nem cardiális okból bekövetkező keringésmegállások esetében a magyar kéztartással 27 betegből 7-nél (25,9%) míg a nemzetközi kéztartással 35 betegből 14-nél (40%) sikerült a spontán keringés helyreállítása, mely különbség a két csoport között statisztikailag szignifikáns ($p<0.05$). A KRSz helyszínre érkezésekor a nem sokkolandó ritmussal rendelkező betegnél a ROSC a magyar kéztartás alkalmazásakor 26,5% (9/34 beteg) míg a nemzetközi kéztartás alkalmazásával 39%-ban (16/41 beteg) sikerült ($p<0.05$). (4.15. ábra)



4.15. ábra: ROSC gyakorisága (%) a magyar és a nemzetközi kéztartással

Az ALS időtartamának növekedésével párhuzamosan a túlélés esélyei csökkentek. Összesen 71 betegnél volt szükség 10 percet meghaladó, és 35 betegnél 20 percet is meghaladó újraélesztésre. A 10 percnél tovább tartó ALS esetekben a magyar kéztartás alkalmazásakor 34,3% (12/35 beteg) gyakorisággal míg a nemzetközi kéztartás használata esetén 30,6% (11/36 beteg) gyakorisággal sikerült a spontán keringés helyreállítása (p=0.6120). A 20 percet is meghaladó resuscitatiók közül magyar kéztartás esetében 18,8% (3/16 beteg) míg nemzetközi kéztartás mellett 15,8% (3/19 beteg) volt a ROSC aránya (p=0,5771).

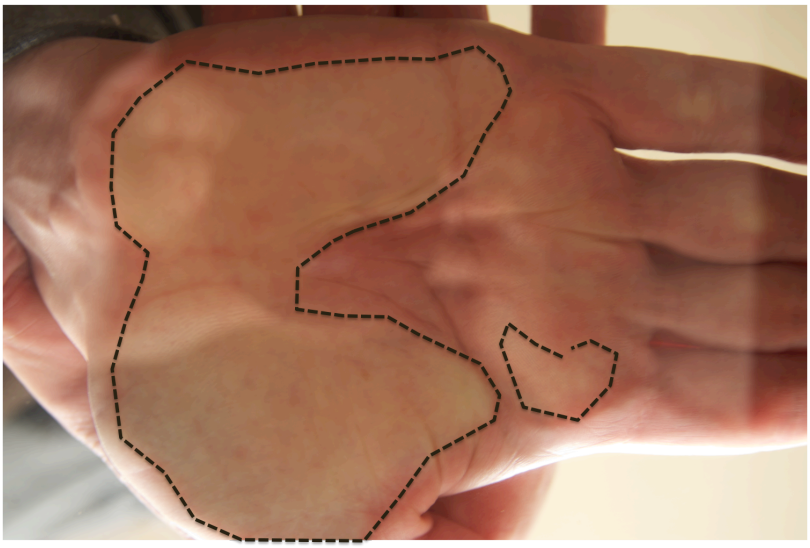
5. Megbeszélés

5.1. Az eltérő kéztartások során nyomás alá helyezett felületek összehasonlítása

5.1.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése

A vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy a nemzetközi kéztartás és a magyar kéztartás alkalmazása esetén a mellkas falának eltérő területeit helyezzük direkt nyomás alá. A sternum középső és alsó harmadát - amit a megfelelő haemodynamikai hatás elérése érdekében javasolt lenyomni - mindkét módszerrel komprimáljuk. Ugyanakkor a sternocostalis régió valamint a még attól laterálisabb területek a magyar kéztartás mellett statisztikailag szignifikánsan gyakrabban kerülnek közvetlen nyomás alá.

Ennek legvalószínűbb magyarázata az, hogy míg a nemzetközi kéztartás esetén a felül lévő kéz az alul levőbe kulcsolva annak ujjait “eltartja” a mellkasfaltól, és a nyomást kifejezetten csak a kéztőre koncentrálja, addig a magyar kéztartásnál a nyomást a felül lévő kéz az alul lévő lenyomásával az egész tenyéren keresztül érvényesíti. Ezt egyébként jól szemlélteti az a két ábra is, melyen ugyanaz a személy egy üveglapot a kétféle kéztartással tart lenyomva (a resuscitatiókor javasolt testhelyzetben, nyújtott könyökkel a testsúly segítségével) míg azt alulról lefényképeztük. Az üveglapon át jól látható a közvetlenül nyomásnak kitett kézfelület - melyet az ábrákon fekete színnel körbe is rajzoltunk (5.1., 5.2. ábrák). A kéztő és az egész tenyér felületei közti különbség elég ahhoz, hogy a nyomás ne csak a sternumon hanem a körül is érvényesüljön.



5.1. ábra: magyar kéztartással sima felületre kifejtett közvetlen nyomás területe, amint ez az üveglapon keresztül látható (feketével körberajzolt terület)

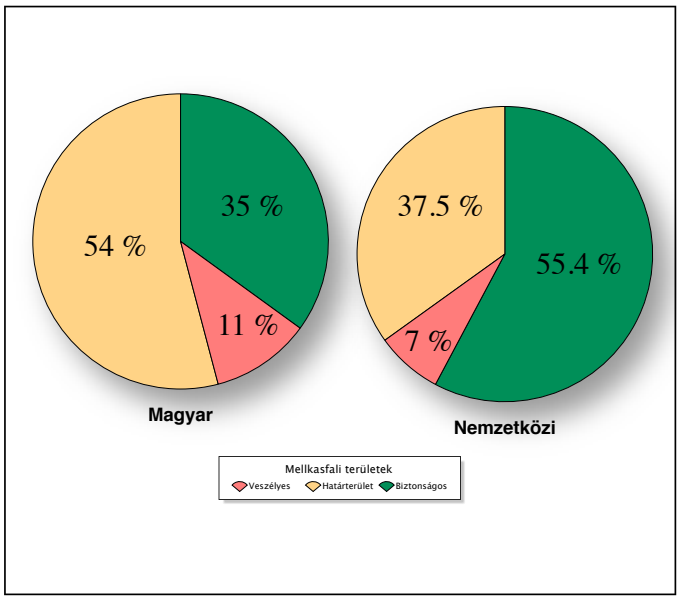
5.2. ábra: nemzetközi kéztartással sima felületre kifejtett közvetlen nyomás területe, amint ez az üveglapon keresztül látható (feketével körberajzolt terület)

Ennek jelentősége az esetleges - és nem ritka - sérülések szempontjából lehet fontos. Cardiopulmonalis resuscitatio alatt a kompressziók okozta sérülések nem ritkák [48, 60-63]. Lederer és mtsai szerint még a resuscitatio után készíttetett mellkasi RTG vizsgálatok mellett is a bordatörések jelentős része észrevétlen marad [48]. Bár a bordatörés önmagában a resuscitatio hosszú távú kimenetelét illetően nem látszik súlyosnak, a nem megfelelő módon végzett kompressziós technika súlyosabb sérüléseket is okozhat, melyek a postresuscitatios fázisban okoznak további nehézségeket és összességében csökkenthetik a túlélés esélyét.

Ezek között ismert a pneumothorax, haemothorax, szív- és tüdősérülések, májsérülés, gyomorfal-ruptura és pancreas ruptura is [21, 62, 64].

A mellkasi kompressziókkal járó sérülések gyakorisága a mellkasi kompresszió helyének pontatlan megválasztásával illetve a kompressziós pont "elcsúszásával" arányosan növekszik. Amennyiben a kompresszió a sternum körüli szövetekre is terjed, a sérülések gyakorisága megnő, ahogy azt azokból a vizsgálatokból is láttuk, amelyek a sternumra helyezett, de arról "lelógó" kompressziós eszközzel (Active Compression-Decompression Resuscitatio - ACD-CPR, valamint a hasonló módon működő Lund University Cardiopulmonary Assist Device - LUCAS ®) végezték a mellkasi kompressziókat [65-67].

A nemzetközi kéztartással végzett kompressziók esetén az erő láthatóan jobban koncentrálódik a veszélytelen, de hatékony területre (55,43 ±17,70 % nemzetközi vs 35,00 ±4,89 % magyar), míg a magyar kéztartás esetén az átvitt erőnek szignifikánsan nagyobb része éri a sérülések szempontjából veszélyeztetettebb felületet (10,99 ±2,60 % magyar vs 7,01 ±1,67 % nemzetközi). Azonos erőbehatás esetén ez arra enged következtetni, hogy a hagyományos magyar kéztartás esetén ezen erő nagyobb hányada okoz potenciális sérülést (5.3. ábra).



5.3. ábra: a magyar és a nemzetközi kéztartás által nyomás alá helyezett felületek eloszlása a mellkasfal biztonságos (zöld), széli (sárga) és veszélyes (piros) zónáiban.

Természetesen az, hogy ez a különbség a klinikai gyakorlatban valóban növeli-e a sérülések gyakoriságát vizsgálatunkból nem derül ki és ilyen jellegű kutatást még senki nem végzett. A resuscitátiót túlélő betegeknél a sérülések gyakran nem kerülnek felismerésre [48], a meghalt betegek postmortem vizsgálatai pedig csak a resuscitatios erőfeszítések egyik alcsoportját (nevezetesen a sikertelen resuscitatiokat) reprezentálhatják. Mivel tehát a resuscitatiot követő sérülések csak nehezen vizsgálhatók kellő érzékenységgel, elképzelhető, hogy ez a különbség soha nem is kerül detektálásra.

5.1.2. A vizsgálat korlátai

A vizsgálat során a mellkas falat reprezentáló térképen (mátrix) azokat a pontokat határoztuk meg, melyek a 30 másodperces kompresszió alatt legalább egy alkalommal legalább kb. 20 N erő behatást kaptak. Az egyes területeken a nyomásnak kitett időtartam nem reprezentált, csupán "nyomásnak kitett" és "nem nyomott" területeket különböztethettünk meg. Ezért a széli területeken előfordulhatott, hogy csak egy rövid, esetleg egyetlen kompressziót jelentő nyomási incidens volt, a 20 N erő (kb. 2 kg súly) pedig önmagában meglehetősen gyenge. Arra nem volt mód, hogy a mellkas felületén a 20N-nál nagyobb erőhatásokat tovább differenciáljuk, pedig nagyon valószínű, hogy az erő elsősorban a központi (biztonságos) zónában koncentrálódik jobban. Mindazonáltal a klinikai tapasztalat azt mutatja, hogy megfelelően koncentrált területre alkalmazott mellkasi kompressziók biztonságosabbak mint a jobban "szétterülők".

A másik fontos limitációja vizsgálatunknak az, hogy semmilyen közvetlen klinikai következtetés nem adódik az eredményekből. Az ugyanis, hogy a mellkas mindkét módszerrel hatékonyan komprimálható csak alátámasztja azt a klinikai tapasztalatot, ami szerint a hazai cardiopulmonalis resuscitatiok rövid távú túlélése nem tér el lényegesen a nemzetközi adatoktól[1, 2, 54, 55, 68, 69]. Bár a sérülések prevalenciájára nincs adat, azok mortalitást befolyásoló hatása sem egyértelmű. Vizsgálatunk tehát nem ad választ arra, hogy a két kéztartás alkalmazása a betegek számára jelenthet-e klinikailag mérhető szinten különbséget.

5.2. Az eltérő kéztartások által végzett kompressziók mechanikai hatásainak összehasonlítása

5.2.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése

Vizsgálatunk eredményei lényegében azt mutatják, hogy a klinikai szituációt szimuláló helyzetben 3 perces megszakítás nélkül végzett mellkasi kompressziók során a magyar és a nemzetközi kéztartással végzett mellkasi kompressziók szignifikánsan nem térnek el egymástól a kompresszió mélységét, a hibásan pozicionált nyomási pontot valamint a mellkas teljes kitágulását akadályozó "támaszkodás" gyakoriságát illetően [70]. A kompressziók frekvenciája ugyancsak nem tért el szignifikánsan egymástól. A három perc alatt a magyar kéztartással végzett kompressziók esetében a frekvencia csökkenése elérte a statisztikailag szignifikáns mértéket, míg ugyanez a frekvencia-csökkenés a nemzetközi kéztartás esetében is megfigyelhető volt, de nem volt statisztikailag szignifikáns.

A mellkasi kompressziók hatékony végzése a resuscitatio kimenetelét illetően kulcsfontosságú. Számos tanulmány igazolta már, hogy a segélynyújtó fáradása a kompressziók hatékonyságát kedvezőtlenül befolyásolja [71-73]. Éppen ezért, a jelenleg érvényben lévő resuscitatios szakmai ajánlások az emelt szintű újraélesztés (ALS) során a kompressziót végző személy cseréjét javasolják minden 2 perces ciklusban [51, 52].

A mellkas nem tökéletes felengedése a mellkasi kompressziók között akadályozza annak teljes kitágulását, ami a vénás visszaáramlás mértékét csökkentve rontja a mellkasi kompressziók hatásfokát [49]. Yannopoulos és mtsai állatkísérletben igazolták, hogy a mellkas kitágulásának 25%-os akadályoztatásával a vénás visszaáramlás jelentős csökkenése, az artériás középnyomás csökkenése, a coronaria és a cerebrális perfúziós nyomások csökkenése volt megfigyelhető [24]. Aufderheide és mtsai klinikai megfigyelése szerint 13 kórházon kívüli, egészségügyi szakemberek (paramedikusok) által végzett resuscitatio eseteiből 43%-ban fordult elő, hogy a mellkas teljes kitérését akadályozták [36]. Aufderheide ezen jelenség kiküszöbölése érdekében alternatív kéztartással javasolta a mellkasi kompressziókat: az általa javasolt alternatívák

közül azonban csupán az a módszer bizonyult a mellkas teljes felengedését tekintve jobbnak a standard (nemzetközileg javasolt) kéztartásnál, amelyben a standard kéztartást megtartva de minden felengedéskor a mellkastól elemelve végezték a kompressziókat. A folyamatosan a mellkason tartott kéz eseteiben az ujjak vagy a kéz további átrendezése nem jelentett különbséget[74]. Saját vizsgálatunk ebből a szempontból ugyanezt az eredményt hozta: a két eltérő kéztartás a mellkas felengedésének ("támaszkodás" elkerülésének) tekintetében nem különbözött egymástól.

A kompressziók frekvenciájának csökkenése a fáradás következménye is lehet[73], de érdekes módon a fáradással várható további jelek, mint a kompressziós mélység csökkenése vagy hibás nyomási pont gyakoribbá válása[71, 73] a két kéztartással végzett kompressziók csoportjában nem mutat szignifikáns eltérést. Ennek alapján tehát nem mondható ki az, hogy az egyik vagy másik kéztartás olyan mértékben lenne fárasztóbb, hogy az a mellkaskompressziók mechanikai eredményein is észlelhető lenne.

Az általunk szimulált szituációban igyekeztünk a beteg és a segélynyújtó testhelyzetét olyan formában standardizálni, ami a mai magyar gyakorlatban mindennapos. Az Országos Mentőszolgálat által rendelkezésünkre bocsájtott mentőgépkocsiban a szabványos hordágy mellett állva a segélynyújtó 3 percen át végzett megszakítás nélkül kompressziókat. ALS során, ha a beteg légutait már biztosították (endotrachealis intubációval) a kompressziók megszakítás nélkül folytatandók[51]. Egy-egy ciklus 2 percet vesz igénybe, ezért az első két perc hatékony mellkasi kompressziója elengedhetetlen.

Az AMBU gyakorló fantom szoftvere alkalmas arra, hogy a mellkasi kompressziók mechanikus karakterisztikáját nagy pontossággal rögzítse. A fantom a megfelelő nyomási pontot meglehetős "szigorral" jelöli ki, és csak azokat a kompressziókat fogadja el, amelyek a sternum középső harmadán koncentrálódnak. Ezért az általunk vizsgált esetekben a "hibás nyomási pont" jelzés gyakoribbnak tűnik a vártnál. Ennek másik oka az, hogy a vizsgálatban részt vevő személyek a mérés előtt nem kaptak lehetőséget arra, hogy az adott fantomon "gyakoroljanak" és a megfelelő pontot "megtanulják". Az instrukciók alapján pontosan úgy jártak el, mintha egy betegüket kezdték volna a

mentőgépkocsiban újraéleszteni. Ugyanez lehet az oka a szokatlanul nagy szórásnak: a vizsgálatban részt vevő személyek közül ugyanis voltak, akik csak nehezen "éreztek rá" az AMBU fantom által megfelelőnek tartott kompressziós pont helyzetére és a rövid ideig tartó mérés nem adott arra lehetőséget, hogy időben korrigáljanak. Mindazonáltal a valamennyi kompressziót külső szemlélőként értékelő két személy a mérésbe bevont résztvevők esetében technikailag elfogadhatónak látta az újraélesztést, azaz minden bizonnyal egy eredeti klinikai szituációban ugyanígy folyt volna a resuscitatio.

Összefoglalva, vizsgálatunkban nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni a két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók mechanikai hatását illetően[70]. Ez ellentmond a Nyman és mtsai által publikált következtetésnek ami részben abból is ered, hogy az általuk végzett vizsgálatban a mellkasi kompressziók hatékonysága csupán a mért paraméterek egyike volt a BLS teljesítményen belül, másrészt a kompressziók hatékonyságát a fantom számítógépe által kiadott "összesített" értékelés alapján határozták meg anélkül, hogy a frekvencia, mélység, duty cycle, támaszkodás elemeket vizsgálták volna [40]. Minthogy mérésükben a BLS során alkalmazott lélegeztetés is szerepet kapott, elképzelhető, hogy az ugyancsak eltérő módszerrel (szájból szájba vs. szájból orrba) végzett lélegeztetéssel eltöltött idők közti (egyébként a vizsgálatban nem mért) időkülönbségek is szerepet játszottak a kompressziók "összesített hatékonyságának" megítélésében azáltal, hogy a vizsgálati négy perc alatti átlag frekvenciát csökkentette. Ezzel szemben a mi vizsgálatunkban kizárólag a kompressziókat vizsgáltuk és minden más "zavaró" tényezőt kiiktattunk.

5.2.2. A vizsgálat korlátai

A vizsgálat legfontosabb korlátja, hogy kizárólag a kompressziók mechanikai hatásait szemléli. Az AMBU szoftver által meghatározott "helyes nyomási pont" nem feltétlenül azonos a valóságban leghatékonyabb és leginkább veszélytelen nyomási ponttal.

A vizsgálatban részt vevő személyek természetesen tudták, hogy a mellkasi kompressziók minőségét mérik, ezért igyekeztek a lehető legjobban teljesíteni, és ez változtathat az eredményen. Annál is inkább, minthogy - természetszerűen - a

kéztartás tekintetében nem lehettek “vakok”. Végezetül, bár a környezet - elsősorban a testhelyzet tekintetében - igyekezett szimulálni a valós klinikai scenariót, az újraélesztések során jelentkező számos disztraktív, figyelem-elvonó körülményt itt nem szimuláltuk.

5.3. Az eltérő kéztartásokkal végzett kompressziók hatása a segélynyújtó fáradására

5.3.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése

Hatékony mellkasi kompressziók végzése fárasztó. Lucia és mtsai vizsgálatában a szívfrekvencia és a maximális oxigén felvétel (VO_2 max) mérésével 18 percen át tartó CPR során mérték a segélynyújtó terhelését, és azt találták, hogy a megfelelő hatékonyságú kompressziók tartós kivitelezéséhez előzetesen megfelelő fizikai állóképességre van szükség[50]. Ashton és mtsai vizsgálatában összefüggést talált a segélynyújtók testmagassága és testsúlya valamint a kompressziók minőségének fáradás miatti csökkenése között már 3 perces megszakítás nélküli kompressziók esetén is. Kisebb segélynyújtók és nők gyakrabban és hamarabb mutatták a kifáradás jeleit és ezzel párhuzamosan a kompressziók minőségének romlását [71] ezért lehetőleg még a kifáradás szubjektív jelei előtt, akár egy percenként is javasolja a segélynyújtók cseréjét. Riera vizsgálatában a segélynyújtók fáradásának objektív jeleként ugyancsak a szívfrekvenciát használta. Vizsgálatában a szívfrekvencia a 2 perces resuscitatios időtartam alatt meredeken emelkedett, de a segélynyújtók kevéssé éreztek fáradtságot és probléma nélkül teljesítették a 2 perces mérési időt [75]. Ez felhívja a figyelmet arra, hogy a fiziológiai paraméterek és a szubjektíven érzett fáradtság között időben eltérés lehet. A segélynyújtók a fáradás miatti hatékonyság romlást többnyire nem veszik időben észre [72].

A mellkasi kompresszió technikájának széles körben való elterjesztése és a laikus elsősegélynyújtás oktatásának kiszélesítése a BLS túlélést jelentősen javító hatása miatt elengedhetetlen. A segélynyújtó kifáradása azonban korlátozhatja a hatékony újraélesztést ezért olyan mellkasi kompressziós technika elterjesztése a cél, amely a lehetőségekhez képest a legkevésbé fárasztó. A hagyományos magyar

kéztartási technika mellett végzett mellkasi kompressziók a tradicionális magyar orvosi, elsősegélynyújtó-oktatói kör véleménye szerint kevésbé fárasztó mint a nemzetközi irodalomban javasolt módszer [44].

Vizsgálatunkban 10 percen át tartó megszakítás nélkül végzett mellkasi kompressziók során nem tudtunk sem szubjektív sem objektív paraméter alapján statisztikailag szignifikáns eltérést igazolni a segélynyújtók fáradását illetően. A 12 vizsgálati személyből 10 (6 férfi és 4 nő) sikeresen és hatékonyan teljesítette a 10 perces (meglehetősen "maratoni") CPR feladatot. Ezek alapján tehát a magyar és a nemzetközi kéztartás között különbséget tenni nem lehet [76].

5.3.2. A vizsgálat korlátai

A vizsgálat egyik korlátja, hogy egészséges, jó általános fizikai állapotú fiatal személyek vettek benne részt. Elképzelhető, hogy az általános populációt jobban reprezentáló, idősebb és kevésbé jó fizikai kondícióban lévő személyek bevonásával a fáradás hamarabb, jobban szembetűnően jelentkezik és a két kéztartás közötti esetleges különbség a felszínre kerül. A fiatal segélynyújtók bevonása miatti hibát azonban a szokatlanul hosszú CPR időtartammal igyekeztünk ellensúlyozni, időt hagyva a kifáradás jelentkezésének.

A vizsgálat másik korlátja a relatíve kicsi esetszám, mindösszesen 20 méréssel. Bár az irodalomban hasonló vizsgálatok kisebb és e körüli esetszámokkal is szerepelnek a vizsgálat [72, 75] érzékenységét feltehetően fokozta volna, ha több vizsgálati személyt tudunk bevonni. Ugyanakkor a legnagyobb szórást mutató szívfrekvencia tartományokban sem mutatkozott 95% konfidencia intervallum mellett jelentős mértékű változás.

5.4. Az eltérő kéztartásokkal végzett mellkasi kompressziók hatása az intrathoracalis nyomásokra: cadaver vizsgálat

5.4.1. A vizsgálat eredményeinek megbeszélése

A mellkasi kompressziók során az intrathoracalis nyomás a kompresszió ideje alatt megnő. Ez részben áttevődik a mellkasi nagyerekre és a vért ezáltal az

extrathoracalis erek irányába préseli. Az artériás és a vénás érrendszer eltérő rezisztencia viszonyai miatt a vér anterograd áramlása lényegesen könnyebb mint a nagyobb kapacitanciája miatt telt vénás rendszer felé történő retrográd áramlás. Paradis és mtsai az intrathoracalis erekben CPR alatt mért nyomásértékek alapján azt igazolta, hogy resuscitatio során a mellkasi kompressziók kompressziós fázisa alatt az intrathoracalis nagy vénákban az aortához közeli nyomás alakul ki [19]. Bár a kompresszió fázisában mérhető jobb pitvari vagy centrális vénás nyomás csak következtet a mellkasi kompresszió során elért intrathoracalis nyomásemelkedésre és nincs közvetlenül kapcsolatban sem a coronaria sem a cerebrális perfúziós nyomásokkal több experimentális és klinikai vizsgálat is használta ezt a viszonylag egyszerűen mérhető paramétert a mellkasi kompressziók hatásosságának monitorozására [77-79].

Saját vizsgálatunkban a mellkasi kompressziókat cadaveren végeztük, a halál beálltát követő egy órán belül. A mellkasi kompressziók során mért vena cava superior nyomások arányban vannak a mellkasi kompressziók által kiváltott intrathoracalis nyomásemelkedéssel és következményes aorta nyomás emelkedéssel is. Vizsgálatunkban az egyes alanyokon történő kompressziók meglehetősen eltérő tartományban emelték meg a P_{VC}-t, melynek magyarázata alighanem az eltérő egyéni mellkasi compliance volt. A nyolc cadaveren végzett mérések átlagértéke ezért nagy szórást mutat. Ugyanakkor, adott alany vizsgálata során a kétszer egy perces mellkasi kompressziók alatt a nyomásgörbék minden esetben jól követhetők voltak, és a csúcsértékek elfogadható mértékű szórást mutattak.

Az általunk regisztrált P_{VC} értékek közelítőleg megfeleltek más vizsgálók által resuscitatio alatt regisztrált centrális vénás ill. jobb pitvari nyomásoknak [19, 77]. Valamennyi esetben a magyar kéztartással végzett egy perces kompressziók során valamivel alacsonyabb P_{VC} értékeket figyeltünk meg, mint a nemzetközi ajánlásban szereplő kéztartással végzett kompressziók esetén, bár az eltérés a 8 esetből csak 5-ben volt statisztikailag is szignifikáns ($p<0.05$). Minthogy az eltérő kéztartással végzett kompressziókat ugyanaz a vizsgálati személy ugyanazon a cadaveren azonos körülmények között végezte mindösszesen 1 perc

különbséggel, a mért értékekben jelentkező eltérés a kéztartások eltéréséből adódhat.

Bár a vizsgálati személy érzése szerint egyforma erővel, azonos frekvenciával és duty cycle betartásával komprimálta a mellkast, az eltérés arra enged következtetni, hogy az azonos erővel történő lenyomás ellenére a mellkast összenyomó erő a két eltérő kéztartás esetén némiképp különbözik. Ennek legvalószínűbb magyarázata éppen saját előző vizsgálatunkban igazolt eltérés a kompressziók során nyomás alá helyezett felületek között [46]. A nemzetközi protokollokban javasolt kéztartás mellett ugyanis az azonos nyomóerő 43,2%-al kisebb területre koncentrálódik, mint magyar kéztartás esetén ez pedig megnöveli az egységnyi felületre jutó nyomás mértékét [46]. Minthogy a hagyományos magyar kéztartás esetén a lenyomott felület 65%-a nem a sternum erős alsó és középső harmadára esik, hanem az a körüli szövetekre, belátható, hogy a kompresszió szempontjából hatásos pontra a magyar kéztartás esetén kisebb nyomóerő jut.

5.4.2. A vizsgálat korlátai

A vizsgálat legfontosabb korlátja, hogy kicsi az esetszám és az egyes alanyokon végzett mérések is csupán kétszer egy percet vizsgáltak. Ennek egyik oka a szervezési nehézség volt, amennyiben a vizsgálatra megfelelő, nem resuscitált de mellkasi mechanika szempontjából megfelelő és működő centrális vénás nyomásméréssel rendelkező elhunyt beteg kevés van. A cadavereken történő vizsgálatnak azonban vannak további korlátai is, ami miatt a keringés leállását követően lehetőleg hamar és csak rövid ideig lehet érdemben méréseket végezni. Elsősorban ilyen korlátozó tényező a mellkas biomechanikai változása, mely a szövetek perfúziója nélkül gyorsan bekövetkezik. Arbogast és mtsai vizsgálata szerint azonos mértékű mellkasi elmozdulást mellkasi kompressziókkal cadaveren nagyobb erőhatással lehet elérni, mint "élő" azaz a keringésleállás pillanatiban lévő beteg esetén [80]. Vizsgálatainkat ezért a keringésleállást követő egy órán belül végeztük.

A másik korlátozó tényező, hogy a vizsgálatot - természeténél fogva - nem lehetett "vak" módon végezni. A vizsgálati személy ugyanis tudatában volt annak,

hogy melyik kéztartást alkalmazza. Mindazonáltal a vizsgálati környezetet úgy alakítottuk, hogy a nyomásmérő monitort a mellkasi kompressziókat végző személy nem láthatta. Ezzel azonban természetesen nem lehet kizárni azt, hogy akarva - akaratlanul a vizsgálati személy az egyik vagy másik kéztartást "előnybe helyezi" és nagyobb "odaadással" végzi a kompressziókat.

5.5. Az eltérő kéztartással végzett kompressziók hatása a kórházon belül végzett újraélesztések rövid távú sikerességére

5.5.1. A klinikai vizsgálat eredményeinek megbeszélése

Vizsgálatunk során 18 hónapon át követtük a kórházon belüli újraélesztések kimenetelét az Utstein adatgyűjtési módszertant alkalmazva [59]. A teljes minta eredményeit szemlélve azok lényegében megfelelnek az általunk már előzőleg publikált, a hazai kórházakban ezekben az időszakokban (2002-2006) mért eredményekhez [2, 55, 58]. Az újraélesztések primer sikeressége (ROSC) 43,18% volt (38/88 beteg) ami régebbi adatainkkal [2] lényegében egyező (2003-2004: 45,5 %) és ugyancsak hasonlít a nemzetközi irodalomban publikált eredményekhez, ahol Peberdy és mtsai átlagosan 44% (USA), Gwinnut és mtsai pedig átlagosan 47,7% (UK) primer sikerességet jelentettek[54, 68]. Érdekes, hogy eredményeink a kórházon belüli újraélesztések esetében nem tudták statisztikailag kimutatni a korai alapfokú újraélesztés (BLS) megkezdésének fontosságát a rövid távú túlélésben. A BLS-ben részesült betegeknek ugyan nagyobb hányadánál sikerült ugyanis a helyszíni resuscitatio, mint a BLS-ben nem részesült betegeknél a különbség azonban statisztikailag nem volt szignifikáns (35 ROSC/80 beteg, 44% vs. 3 ROSC/8 beteg, 37,5% ; p=0,74548). Ennek egyik lehetséges magyarázata a KRSz rövid kiérkezési ideje (3:08 ± 2:26 perc) de elképzelhető az is, hogy a kórházi dolgozók a BLS-t el sem kezdték azokban az esetekben, amikor a resuscitatiót valószínűleg értelmetlennek látták (pl. a beteg általános állapota, betegségei, stb.) miatt, de a hiányzó DNR ("Do Not Resuscitate" - "Nem resuscitálandó") rendszer miatt a resuscitációs segélyhívást nem mellőzhették [81]. A kórházon belüli újraélesztések során alkalmazott BLS relatív "hatástalanságát" a kimenetelre Sandroni és mtsai is leírták már. Az általuk elemzett kórházi Utstein

adatbázisban a nem monitorozott területeken bekövetkező keringésmegállások túlélését nem befolyásolta a BLS, ugyanakkor a kórházi resuscitatios szolgálat kiérkezési ideje nagymértékben meghatározta azt[82]. Hasonló eredményt mutattak be Cooper és mtsai egy 10 éves kórházon belüli resuscitatios adatbázis elemzésével [83]. Úgy tűnik tehát, hogy a kórházon belüli újraélesztések esetében a KRSz gyors kiérkezésének és az ALS megfelelő kivitelezésének nagyobb szerepe van.

Vizsgálatunk fő célkitűzése a kétféle mellkasi kompressziós technika klinikai hatékonyságának összehasonlítása. Ezt a standard (Utstein) adatlapon prospektív módon gyűjtött adatok elemzésével klinikai obszervációs vizsgálat formájában terveztük kivitelezni. Az adatlapok elemzése azt mutatja, hogy sikerült olyan körülményeket létrehozni, mely alkalmas a két eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók klinikai hatékonyságának összehasonlítására. Az azonos kórházon belül, azonos resuscitatios szolgálat által ellátott, és ezért jól kontrollálható körülmények között zajló újraélesztések során a betegek demográfiai jellemzői és a keringésmegállások etiológiája a két csoportban azonos volt. Vizsgálatunkban a mellkasi kompressziók hatékonyságát a spontán keringés helyreállásának (ROSC) gyakoriságával jellemeztük. Bár a resuscitatiók eredményét leggyakrabban az irodalomban a kórházból jó neurológiai állapotban történő távozás gyakoriságával szokták meghatározni, a mellkasi kompressziók hatékonyságának leírásához esetünkben azért választottuk vizsgálati végpontnak a ROSC gyakoriságot, mert a ROSC jelentős mértékben függ a mellkasi kompressziók által létrehozott coronaria perfuziós nyomástól (CoPP) [84, 85], míg a ROSC utáni hosszú távú túlélés sokkal jelentősebb mértékben függ a premorbid állapottól és a komplex postresuscitatiós kezeléstől, mint a mellkasi kompressziók közti - vélhetően nem kiugróan nagy - eltéréstől [86]. További szempont volt az is, hogy a kórházi távozás végpontjának esetében a statisztikai értékelhetőséghez szükséges beteganyag mérete saját előző vizsgálatunk szerint - melyben a kórházban resuscitált betegek 45,7%-nál sikerült a ROSC elérése, de végül csupán 6,9% hagyta el élve a kórházat [2] - rendkívül megnyújtotta volna a vizsgálat idejét (esetleg több intézmény egyidejű bevonását tette volna szükségessé, ami szervezési és anyagi problémákba ütközött).

Eredményeink alapján elmondható, hogy a nemzetközileg javasolt kéztartással végzett mellkasi kompressziókkal folytatott resuscitatio a kórházon belül végzett újraélesztéseknél statisztikailag szignifikánsan gyakrabban eredményezte a spontán keringés helyreállását (ROSC) mint a hagyományos magyar kéztartással végzett újraélesztés (23/48 vs 15/40; $p<0.05$). Ha a nemzetközileg javasolt kéztartással alkalmazott mellkasi kompressziókat tekintjük "intervenciónak" a hagyományos magyar kéztartás alkalmazásával, mint "kontrollal" szemben, akkor ennek az "intervenciónak" az alkalmazása 10,42%-al csökkenti az azonnali halálozás (azaz sikertelen resuscitatio) abszolút rizikóját; 16,67%-os relatív rizikócsökkenést jelentve (Odd's ratio: 1,53). Ez a klinikus számára egyben azt is jelenti, hogy 9,6 beteget kell ahhoz a nemzetközileg javasolt kéztartás alkalmazásával újraéleszteni (a magyar kéztartás alkalmazása helyett), hogy 1 halálesetet elkerüljön. (5.1. táblázat)

5.1. táblázat: A nemzetközi kéztartás alkalmazása mellkasi kompressziók alatt (mint "intervenció") hatása a kórházon belüli újraélesztések sikerének rizikójára

Absolute Risk Reduction	10.42	%
Relative Risk Reduction	16.67	%
"No of Patients to treat"	9.6	beteg
Odds Ratio	**1.53**	

Vizsgálatunkban nem volt különbség a két kéztartás hatékonysága között akkor, ha a keringésmegállás hátterében kamrafibrilláció (VF) állt, ugyanis valamennyi ilyen beteget (13/13) sikeresen újraélesztettük függetlenül attól, milyen kéztartást alkalmaztunk. A vizsgálat helyszíne (Jahn Ferenc Kórház) egy korszerű tervek alapján épített intézmény, ahol az Intenzív Terápiás Osztály központi fekvése és a jól működő kommunikációs rendszer lehetővé teszi azt, hogy a KRSz a riasztás helyszínén a lehető legrövidebb idő alatt megkezdje az ALS-t. Az általunk vizsgált időszakban a helyszínre érkezés átlagos időtartama 3:08 (± 2:26) perc volt, ami elég rövid idő ahhoz, hogy a kamrafibrilláció ellátásában még az korai defibrillálás legyen a prognosztikai meghatározó tényező és ne feltétlenül a mellkasi kompressziók minősége [87]. Természetesen a nem sokkolandó ritmusok (Asy, PEA) esetén a mellkasi kompressziók minősége felértékelődik, és ezt látszik alátámasztani az a tény is, hogy mintánkban az ilyen

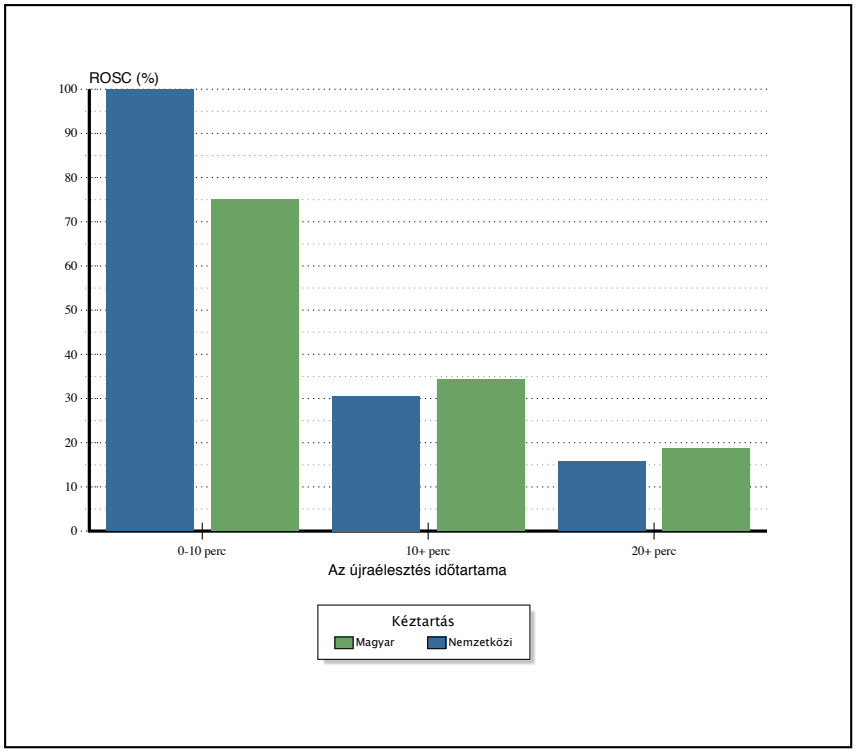
betegek rövidtávú túlélése (ROSC) a nemzetközi kéztartás alkalmazásával jobbnak bizonyult (16/25 vs 9/25; p<0,05).

Az elhúzódó újraélesztések során a megszakítás nélkül jó hatékonysággal végzett mellkasi kompressziók jelentősége felértékelődik[23]. Vizsgálatunk eredményei a két kéztartás közti különbséget a 10 és a 20 percnél tovább tartó újraélesztések esetén azonban nem tudta kimutatni, és a resuscitatiók időtartama szerinti alcsoportok tekintetében sem talált statisztikai szignifikáns különbséget (5.2 táblázat).

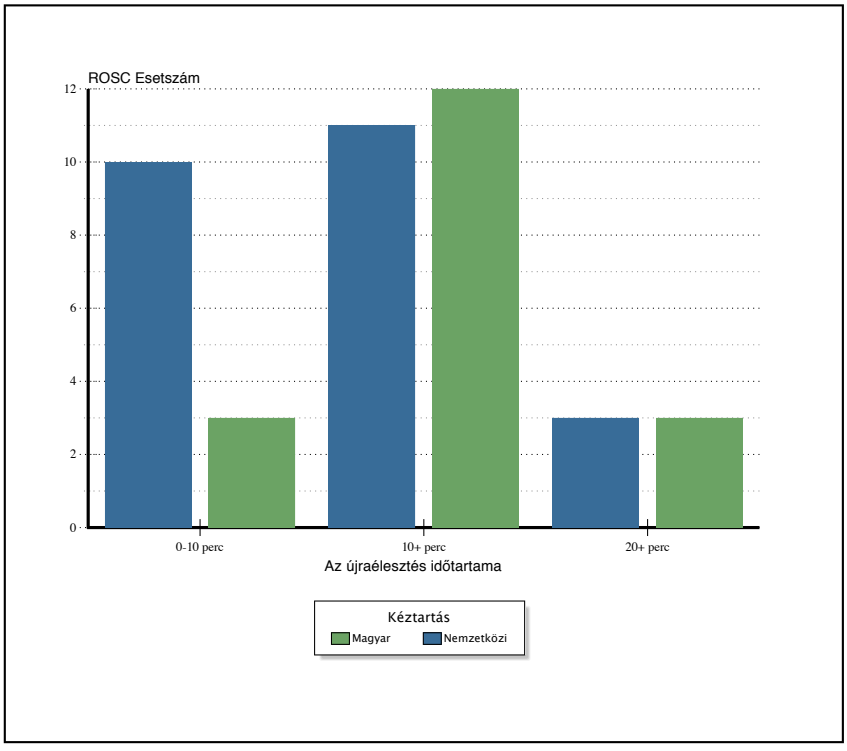
5.2. táblázat: A resuscitációk eredménye az ALS időtartama szerinti alcsoportokban nemzetközi és magyar kéztartással végzett újraélesztések során

ALS időtartam	Nemzetközi		Magyar		
	ROSC	Meghalt	ROSC	Meghalt	p
0-10 perc	10	0	3	1	*0.28571*
10 + perc	11	25	12	23	*0.46716*
20 + perc	3	16	3	13	*0.57718*

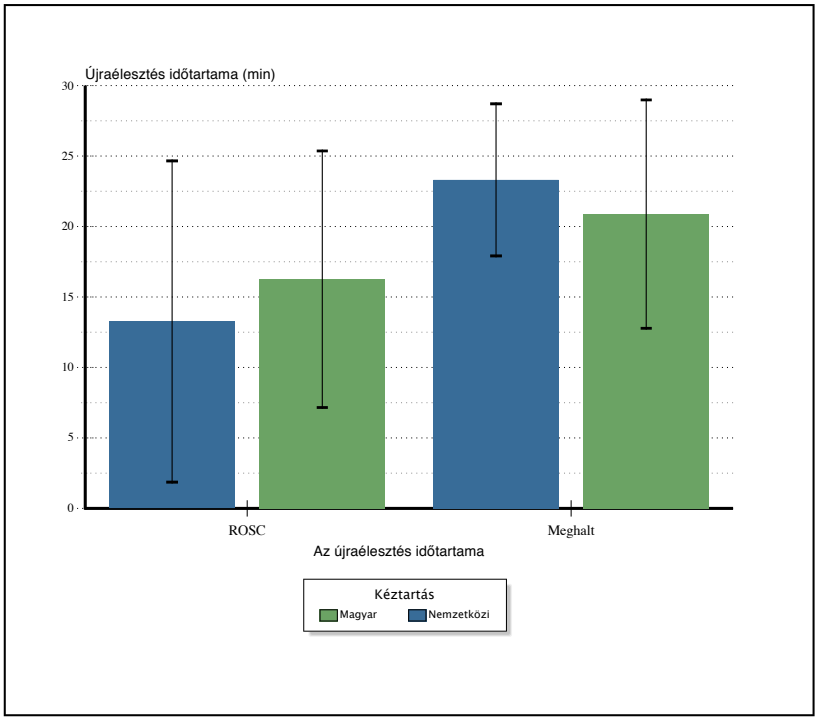
Ennek egyik lehetséges magyarázata az, hogy a teljes mintára kimutatható különbség az ALS időtartama szerinti alcsoportok kis elemszáma miatt statisztikailag nem kimutatható. Érdekes, hogy bár statisztikailag szignifikáns szintet nem ér el, a 10 percnél rövidebb ALS esetében a nemzetközi kéztartás eredménye jobb tendenciát mutat mint a magyar kéztartásé (100% vs 75% ROSC) (5.4. és 5.5. ábra). Nem kizárt ezért az a magyarázat sem, hogy a jobb hatásfokú nemzetközi kéztartás esetén a resuscitatio hamarabb sikeres lesz, bár ezt a hipotézist sem támasztja egyértelműen alá a statisztikai számítás, minthogy a sikeres resuscitatiók átlagos időtartama a kétfajta kéztartás alkalmazásával csupán tendenciájában mutatja a nemzetközi módszer fölényét (13:16 ± 11:38 min nemzetközi kéztartás vs 16:16 ± 9:25 min magyar kéztartás; p=0.3887). Amint az a 5.6. ábrán is látható, a sikeres resuscitatiók a nemzetközi kéztartással valamivel rövidebb ideig tartottak, mint a tradicionális magyar kéztartással.



5.4. ábra: Újraélesztések kimenetele (ROSC %) a különböző kéztartásokkal a resuscitáció időtartama szerinti betegcsoportokban



5.5. ábra: Újraélesztések kimenetele (n ROSC) a különböző kéztartásokkal a resuscitáció időtartama szerinti betegcsoportokban



5.6. ábra: az újraélesztések időtartama vizsgálati anyagunkban

5.5.2. A vizsgálat korlátai

Vizsgálatunknak több korlátja is van, ezért az eredmények értékelését illetőleg az abból fakadó klinikai konzekvenciák levonását ezek figyelembe vételével kell megtenni.

A vizsgálat evidencia értékét a prospektív randomizált klinikai vizsgálatokhoz képest csökkenti, hogy ez egy klinikai obszervációs vizsgálat volt, valódi randomizáció nélkül. A resuscitatiók során a már elfogadott terápiás alternatívák klinikai hatása közti különbségeket azonban sokszor elemzik ilyen módszerrel, példának említhető a resuscitatios protokollok újragondolását is eredményező SOS-KANTO vizsgálat, melyben a lélegeztetés nélküli mellkasi kompressziók hatását hasonlították össze a hagyományos BLS hatékonyságával kórházon kívüli újraélesztések során[9].

A másik korlátozó tényező, hogy bár a mellkasi kompressziók során alkalmazott kéztartást az ALS során a KRSz munkatársai konzekvensen betartották, annak valódi minőségéről semmilyen információ nincs. Erre klinikai körülmények között az esetek döntő többségében nincs is lehetőség ezért a kompressziók indirekt hatásának tartott spontán keringés helyreállását (ROSC)

rögzíthettük csupán. A ROSC azonban a mellkasi kompressziókon túlmenően számos egyéb tényezőtől is (a beteg életkora, társbetegségek, a keringésmegállás körülményei, stb.) függ.

Az újraélesztések időtartama átlagosan 18:47 (± 9:37) perc volt. Ezen idő alatt a mellkasi kompressziókat a KRSz csapat tagjai felváltva végezték. Bár a kompressziókat végző segélynyújtók mintegy 2 percenkénti váltása a 2005-ben megjelent ajánlásokban már szerepel, a KRSz rendszerében ennek még nem volt pontosan meghatározott rendszere és dokumentációja sem. Ezért elképzelhető (valószínű), hogy az ajánlott 2 percnél általában hosszabb ideig tartott az egy segélynyújtó által alkalmazott kompresszió időtartama, csökkentve ezzel annak hatékonyságát. Sajnos ilyen irányú adat a vizsgálat során nem került rögzítésre.

Az alapfokú újraélesztést (BLS) a keringésmegállást észlelő és segítséget hívó egészségügyi személyzet (döntő többségében a belgyógyászati vagy sebészeti osztályok orvosai és nővérei) végezték. Az Utstein adatlap csupán azt rögzítette, hogy történt-e BLS (amit minimálisan a mellkasi kompressziókkal definiáltunk) de azt nem, hogy az milyen hatásfokú volt. A bevezetésben már részletezett okokból kifolyólag a BLS alapvetően a hagyományos magyar kéztartással történt, bár előfordulhattak ettől eltérések is, melyek nem lettek rögzítve. Ugyanakkor sem jelen vizsgálatunk, sem az irodalmi adatok nem támasztják alá azt, hogy a kórházon belüli újraélesztéseknél a BLS-nek kiemelkedő szerepe lenne [58, 82, 83].

Az Utstein adatlapot a resuscitatios csapat vezetője a beavatkozásokat követően retrospektív módon tölti ki. Bár a szükséges adatok jelentős része ily módon is megbízhatóan rögzíthető, a lapon szereplő időpontokra vonatkozó adatokat csak közelítő pontossággal lehet megadni. A kórházon belüli resuscitatiók dokumentációjának ezen nehézségére Jones és mtsai is felhívták a figyelmet és azt javasolták, hogy a resuscitatio helyszínén egy kizárólag az események dokumentálásával foglalkozó ("hands-off") klinikus is vegyen részt [88]. Sajnos azonban erre a mi klinikai körülményeink között nem lehetett számítani. Vizsgálatunk eredményeiben azonban az idő adatokat használó részek csak kiegészítő, a lényegi következtetéseket nem befolyásoló elemek, így az adatgyűjtés ilyen jellegű pontatlansága a végkövetkeztetést nem befolyásolhatta.

5.6. Az oktatás szerepe és etikai megfontolások

A korán megkezdett és hatékonyan végzett mellkasi kompresszió az újraélesztés sikerének egyik legfontosabb záloga. Éppen ezért az alapfokú resuscitatio minél szélesebb körben történő elterjesztése, oktatása a túlélési statisztikák javításának talán leghatékonyabb eszköze. Ugyanakkor nem lehet figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a resuscitatio váratlan helyzetébe került segélynyújtókat a fizikai készség (skill) mellett az ekkor jelentkező felmerülő etikai dilemmákra is fel kell készíteni. A 2003 óta hazánkban is elérhető Európai Resuscitatiós Társaság által akkreditált és a Magyar Resuscitatiós Társaság által szervezett tanfolyamokon az etikai kérdések megvitatása is fontos részt kapott. A korszerű hazai resuscitatio oktatás nemzetközi ajánlásokkal összhangban történő elterjesztésének ez is része kell legyen. Minthogy ez a kérdés szorosan összefügg a magyar resuscitatios képzések nemzetközi harmonizációjával, ugyanakkor a kompressziók alatti kéztartások ezt nem befolyásolják, az ebben a témában végzett saját kutatásunkat az alábbiakban röviden összegzem:

5.6.1 Saját vizsgálatunk az oktatás szerepéről a resuscitatio etikai vonatkozásaiban

Kérdőíves vizsgálatot végeztünk 2003-ban annak megállapítására, hogy az újraélesztések abbahagyását, megkezdését illetve megkezdésétől való elállást (DNR - Do Not Resuscitate) milyen etikai megfontolások vezérlik, illetőleg milyen befolyással van ezekre a döntésekre a különböző újraélesztési oktatásokon szerzett tapasztalat[81].

72 intenzív terápiás osztályon dolgozó orvossal végeztünk személyes interjút struktúrált kérdőívek alkalmazásával. A válaszokat (az egyes döntési tényezők befolyásoló erejét) 5 fokozatú analóg skálán jelöltük majd variancia-analízissel dolgoztuk fel (null-hipotézis: “a független változók nem befolyásolják a döntést”).

A vizsgálat eredményei közül az oktatás szerepét bemutató adatokat a 5.3 táblázat foglalja össze. Ezek szerint “autonómia” és a “várható életminőség” döntési paraméterek az ERC tanfolyamot végzettek között 3.37 (± 1.96) és 4.25 (± 0.43), míg az egyéb hazai tanfolyamokon képzettek számára 1.84 (± 1.19) és 3.48

(± 1.91), a csak az egyetemi képzésben részt vevőknek pedig 0.57 (± 0.36) és 3.43 (± 1.65) szubjektív "fontosságot" kapott. A DNR döntések meghozatalában azok a kollégák akik elvégezték az ERC vagy az AHA tanfolyamait szignifikánsan gyakrabban támaszkodtak a beteg várható életkilátásaira valamint a beteg (illetve a hozzátartozó) kívánságára mint az ilyen tanfolyamot nem végzett kollégák, akik ugyanakkor gyakrabban hoztak döntést a kórházi személyi és tárgyi feltételek illetve a hierarchia szerint felettük állók véleménye alapján.

*5.3 Táblázat: a DNR döntést meghatározó szubjektív döntések "súlya" 1-5 vizuális analóg skálán a különböző képzési háttérrel rendelkező orvosok között. (*p<0.05)*

	Autonómia	Életminőség
Csak egyetemi tanfolyam	0.57 (± 0.36)	3.43 (± 1.65)
Kórházi/ Mentők képzése	1.84 (± 1.19)	3.48 (± 1.91)
ERC tanfolyamot végzett	3.37 (± 1.96) *	4.25 (± 0.43)

Bár etikai kérdésekben "jó" és "rossz" válaszok meghatározása nem lehetséges, a vizsgálataink eredményei, melyet Diggory és mtsai eredményei is alátámasztanak[89] azt mutatják, hogy az új protokollok szerint képzett egészségügyi szakemberek a resuscitatio etikai kérdéseiben is (ideértve a DNAR döntéseket is) hasonló elveket követnek és ezzel is egységesebbé tehetik a resuscitatió szervezését. Baskett és mtsai által végzett európai felmérés is azt mutatta, hogy bár a kontinensen meglehetősen nagy az országok közti eltérés a resusitatio etikai kérdéseinek megközelítését illetően, az utóbbi években (1998-tól) már észlelhető egy lassan és fokozatosan kialakuló harmonizációs törekvés[90].

6. Következtetések

Az újraélesztések sikerének egyik - talán legfontosabb - záloga a megfelelően végzett mellkasi kompressziók. Ennek a készségnek a minél szélesebb körben történő elterjesztése, a laikus közönség számára is hatékony oktatása azt teszi szükségessé, hogy módszertanát illetően a szakma egységes álláspontot képviseljen és az oktatás során konzekvens maradjon.

A világ legtöbb országában a mellkasi kompressziókat egységesen az eredeti Kouwenhoven és mtsai által 1960-ban leírt módszer alapján, a kéztartást kismértékben módosítva oktatják. Hazánkban az elmúlt fél évszázadban egy másik, ettől hatásában csak kismértékben különböző, ugyanakkor külső szemlélő (laikus) számára meglepően eltérő kéztartás honosodott meg. A bizonyítékokon alapuló orvoslás elvei azt sugallják, hogy szakmai protokolljainkat a nemzetközileg elfogadott tudományos konszenzuson alapuló álláspontokhoz képest csak akkor változtassuk meg, ha arra kellő indok áll rendelkezésre, azaz a változtatandó módszer hatékonyságában, biztonságában vagy akár kivitelezhetőségében jobb vagy legalább bizonyítottan egyenrangú. A mellkasi kompressziók során eltérő kéztartásokat illetően eddig ilyen jellegű adat nem állt rendelkezésre, ezért 2002 és 2006 között olyan vizsgálatokat végeztem, mely ezen kérdés eldöntésében segíthetnek. Az eddig részletezett vizsgálati eredményeink szerint a bevezetőben feltett kérdésekre az alábbi válaszokat adhatjuk:

6.1. Van-e valós különbség a két mellkaskompressziós módszer között a nyomás alá helyezett felületet illetően?

Igen. A nemzetközi kéztartással a mellkasfal átlagosan 40,4%-al kisebb felületét helyezzük direkt nyomás alá, mint a magyar kéztartással (41,75 ± 11,8 cm^2 vs 73,4 ± 17,11 cm^2; $p<0,005$). Továbbá, a mellkasfal "veszélyes" zónájára kifejtett direkt nyomás, ami a resuscitatio alatti sérülések veszélyét növeli, a magyar kéztartás alkalmazásával szignifikánsan nagyobb területet érint mint a nemzetközi kéztartással végzett mellkaskompresszió esetén (8,07 (± 1,91) cm^2 vs

2,93 (± 0,78) cm^2 , p<0,005). Ezen eredményeink azt sugallják, hogy a két kéztartás által közvetlenül érintett mellkasfal felületek között nem csupán méretét tekintve van statisztikailag szignifikáns különbség, de a magyar kéztartás alkalmazása a sérülések esélyét a direkt nyomáspontok elhelyezkedése miatt is fokozhatja.

6.2. Különbözik-e a két kéztartással tartósan végzett mellkasi kompresszió a haemodynamikai szempontból optimálisnak tartott frekvencia, mélység és teljes felengedés betarthatóságát illetően?

Nem. Számítógépes fantomon önkéntesekkel végzett vizsgálat azt mutatta, hogy mind a nemzetközi mind a magyar kéztartás alkalmazásával lehetséges volt 3 percen keresztül megszakítás nélkül mellkasi kompressziókat végezni és ezen idő alatt a kompressziók frekvenciája, mélysége, a teljes felengedés valamint az ideális nyomási pontról való letérés a két csoportban nem különbözött egymástól szignifikáns mértékben. A 3 perces gyakorlat alatt a magyar kéztartással végzett kompressziók esetén a frekvencia a 2. percre szignifikáns mértékben csökkent (105,9 ± 12,2 /min-ről 98,4 ± 12,06 /min-re; p<0.05), míg ilyen csökkenés a nemzetközi kéztartás esetén nem volt kimutatható. A harmadik percre mindkét kéztartással végzett mellkasi kompressziók frekvenciája csökkent. Ugyanakkor a fáradás egyéb jelei (a támaszkodás gyakoribbá válása, a nyomási mélység csökkenése vagy a hibás nyomási pont) nem jelentkeztek, így önmagában ezt az egy eltérést nehéz jelentőséggel felruházni.

6.3. Fárasztóbb-e valamelyik kéztartással végzett mellkasi kompresszió a másikhoz viszonyítva?

Nem. Az egyik leggyakrabban hangoztatott érv a tradicionális magyar kéztartás alkalmazása mellett az, hogy “kényelmesebb” és kevésbé fárasztó mint a nemzetközileg javasolt módszer. Vizsgálatunkban, melyben egy fantomon hatékony mellkasi kompressziókat kellett 10 percen át végezni mindkét kéztartással arra kerestük a választ, hogy ezen idő alatt a fáradás objektív és

szubjektív paraméterei különböznek-e? Ennek során mértük a segélynyújtó szívfrekvenciájának változását, az oxigén szaturáció szintjének változását, valamint egy 1-10 közötti skálán a szubjektív fáradás-érzést. Eredményeink alapján a magyar és a nemzetközi kéztartással végzett 10 perces megszakítás nélküli mellkasi kompressziók sem a szívfrekvencia, sem az oxigén szaturáció sem pedig a szubjektív fáradás-érzés tekintetében nem tértek el egymástól szignifikánsan. A 10. perc végére a szívfrekvencia a magyar kéztartással végzett kompressziók után 138,0 (± 15,07)/min (95% CI, 128,6 - 147,3) volt, míg a nemzetközi kéztartással végzett kompressziók után 136,2 (± 10,31)/min (95% CI, 129,8 - 142,5), a különbség nem szignifikáns (p=0,7777). A szubjektív fáradásérzés a 10 perc végére a magyar kéztartásos csoportban 8,4 (± 1,43) míg a nemzetközi csoportban 8,7 (± 1,06) volt, ugyancsak nem szignifikáns eltérést mutatva (p=0,4678).

Összességében tehát nem sikerült kimutatni azt, hogy a két eltérő kéztartás között a fáradást (akár szubjektív akár objektív paraméterrel nézve) tekintve különbség lenne.

6.4. Különbözik-e a két módszer oktathatósága illetve a két eltérő módszerrel oktatott mellkaskompresszió készségének felidézési képessége ("skill retention")?

2007-ben Hornyák az Újraélesztés-Resuscitatio Hungarica lapban közölt vizsgálatában a nemzetközileg javasolt és a hagyományos magyar BLS protokollok oktatása utáni ismételhetőséget vizsgálata három és hat hónappal az oktatás után 25 egészségügyi főiskolai hallgatón. 11-en a nemzetközi és 14-en a magyar módszerrel végezték az alapszintű újraélesztést. Bár a vizsgálat nem csak a mellkasi kompressziók eltérését, hanem pl. a befúvásos lélegeztetés különbségeit is magában foglalta (a nemzetközi ajánlás szerinti szájból szájba lélegeztetés helyett hazánkban a szájból orrba történő lélegeztetést oktatják), eredményei alapján a magyar és a nemzetközi csoport teljesítménye között a három és hat hónapos követés alatti változás nem volt szignifikánsan eltérő [44].

6.5. Eltérőek-e a két különböző kéztartással végzett mellkasi kompressziók haemodynamikai hatásai?

Erre a kérdésre cadaver vizsgálatokkal kerestünk választ, melyek során az eltérő kéztartással végzett mellkasi kompressziók alatt monitorozott vena cava superior nyomásértékeket hasonlítottuk össze. A meglehetősen kis minta (n=8) korlátozza a vizsgálat értékét, de eredményeink azt mutatták, hogy a nemzetközileg javasolt módszerrel történő mellkasi kompressziók esetén konzekvensen magasabb P_{VC} értékek voltak elérhetők mint a magyar kéztartás alkalmazása esetén. A 8 cadaverből a különbség azonban csak 5 esetben volt statisztikailag szignifikáns. Mindazonáltal a tendencia konzekvensen a nemzetközi kéztartás által elért magasabb nyomások irányába mutatott.

6.6. Van-e eltérés a két eltérő kéztartással végzett cardiopulmonalis resuscitatiók túlélése között?

Igen. Prospektív obszervációs klinikai vizsgálatunkban a kórházon belül resuscitált 88 eset elemzése azt mutatta, hogy a nemzetközileg javasolt kéztartás alkalmazása a magyar kéztartás alkalmazása helyett a rövid távú túlélés (ROSC) esélyét javítja, összességében 10,42%-os abszolút rizikócsökkenést okozva. Klinikai vizsgálatunkban a spontán keringés helyreállítására tett kísérlet a nemzetközi kéztartással resuscitált betegek 47,9%-ban, míg a magyar kéztartással újraélesztett betegeknek csupán 37,5%-ban volt sikeres ($p<0,05$). Az etiológia szerint bontott csoportok esetén a nem cardiális eredetű keringésmegállások csoportjában (ROSC 40,0% vs 25,9%; $p<0,05$) valamint a nem sokkolandó primer ritmust mutató betegek csoportjában (ROSC 39,0% vs 26,5%; $p<0,05$) érte el a ROSC gyakoriságok közti különbség a statisztikailag szignifikáns szintet.

6.7. Vizsgálatainkból származó új eredmények

2001 és 2006 között a hagyományos magyar és a nemzetközileg javasolt kéztartások részletes összehasonlítására több önálló vizsgálatot végeztünk. Ezek során megállapítottuk, hogy:

1.) A magyar kéztartás a nemzetközi kéztartással összehasonlítva a mellkasfal nagyobb felületét helyezi direkt nyomás alá, valamint nagyobb területen nyomják a mellkas falának azon területeit melyek a sérülések valószínűségét növelhetik.

2.) A magyar és a nemzetközi kéztartással végzett 3 perces folyamatos mellkasi kompressziók során fantomon mérve nem volt kimutatható különbség a lenyomások mélysége, frekvenciája, a duty cycle, a felengedés akadályoztatása (támaszkodás) valamint az elcsúszó, hibás nyomási pontok kompressziójának gyakoriságában.

3.) A magyar és a nemzetközi kéztartással végzett 10 perces megszakítás nélküli mellkasi kompressziók egyformán fárasztóak. Sem a szubjektív sem a fáradtságra utaló objektív jelekben nem találtunk vizsgálatunk során különbséget a két csoport között.

4.) A magyar kéztartással folytatott mellkasi kompressziók során cadaverekben kisebb intrathoracalis nyomásváltozásra utaló Vena Cava Superior nyomásokat regisztráltunk mint a nemzetközi kéztartással végzett kompressziók esetén. Ez a magyar mellkaskompressziós technika gyengébb fiziológiai hatására enged következtetni, ami rosszabb klinikai hatékonyságot vetít előre.

5.) A kórházon belül végzett újraélesztések során prospektív klinikai obszervációs vizsgálatunk azt igazolta, hogy a nemzetközi kéztartás alkalmazásával a spontán keringés helyreállásának statisztikailag szignifikáns mértékben nagyobb a valószínűsége, mint a magyar kéztartás alkalmazásával.

7. Összefoglalás

A hatékony mellkasi kompressziók alkalmazása elengedhetetlen része a cardiopulmonalis resuscitationak. Az 1960-ban Kouwenhoven által eredetileg leírt zárt mellkasi kompressziók technikájában a javasolt kéztartás minimális változtatással az egész világon elterjedt. Hazánkban az elmúlt 50 évben egy ettől kismértékben eltérő kéztartás honosodott meg. A resuscitatios protokollok nemzetközivé válásával, a hazánkban is elérhető, nemzetközileg elismert oklevelet adó európai resuscitatios tanfolyamok elterjedésével és a magyar egészségügyi szakemberek mind szélesebb körű nemzetközi szerepvállalásával párhuzamosan felmerült az igény arra, hogy harmonizáljuk a resuscitatios ajánlásokat, oktatási és etikai irányelveket valamint a szakembereknek és laikusoknak egyformán oktatott mellkaskompressziós kéztartásokat. A két eltérő kéztartás összehasonlító vizsgálata segít abban, hogy a harmonizációt a bizonyítékon alapuló orvoslás alapelveinek megfelelően vigyük véghez.

Az általunk végzett vizsgálatok arra utalnak, hogy a nemzetközileg javasolt kéztartás alkalmazásával jobb klinikai eredmények érhetők el újraélesztés alatt mint a magyar kéztartás használatával. A számos vizsgált szempont (fizikai hatások, fiziológiai hatások, a segélynyújtóra kifejtett hatás és klinikai eredményesség) egyikében sem sikerült a hagyományos magyar kéztartást jobbnak kimutatni. A nemzetközi kéztartás kedvezőbb klinikai hatásának hátterében vizsgálataink eredményei szerint az áll, hogy a magyar kéztartással nagyobb mellkasi területre fejtünk ki azonos mértékű erőt, ezáltal csökkentve a mellkasfalra nehezedő felület-egységnyi nyomást. Ezáltal a mellkas alakváltozása és következményes intrathoracalis nyomásváltozások kisebbek lesznek. Ez valamivel gyengébb haemodynamikai hatáshoz is vezet, végeredményben rontva a resuscitatio túlélésének esélyét a nemzetközi kéztartás javára (OR: 1.53).

A vizsgálataink eredményéből levont következtetésként megállapítjuk, hogy a Magyar Resuscitatios Társaság által kiadandó új resuscitatios szakmai ajánlásban valamint az ezen alapuló oktatási anyagokban a zárt mellkasi kompressziók javasolt kéztartásaként a nemzetközileg elterjedt módszert kell meghatározni.

Irodalomjegyzék

1. Gőbl G, Gáspár T, Nagy J, Gyöngyösi P. Nemzeti resuscitációs adatbázis: kórházon kívüli esetek 2003-2005. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2006;4(1): 20-28.

2. Szente S. A nemzeti resuscitatios adatbázis kórházon belüli újraélesztéseket tartalmazó adatainak összefoglaló eredménye 2003-2004. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2005;5(2):63-66.

3. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, Pepe PE. Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept. A statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation.* 1991;83(5):1832-1847.

4. Valenzuela TD, Roe DJ, Nichol G, Clark LL, Spaite DW, Hardman RG. Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. *N Engl J Med.* 2000;343(17):1206-1209.

5. Weisfeldt ML, Becker LB. Resuscitation after cardiac arrest: a 3-phase time-sensitive model. *JAMA.* 2002;288(23):3035-3038.

6. Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Cardiac resuscitation in the community. Importance of rapid provision and implications for program planning. *JAMA.* 1979;241(18):1905-1907.

7. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed chest cardiac massage. *JAMA.* 1960;173(10):1064-1067.

8. Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P, Buylaert WA, Delooz H. Quality and efficiency of bystander CPR. Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation.* 1993;26(1):47-52.

9. Nagao K, Kikushima K, Sakamato T, Koseki K. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet.* 2007;369(9565):920-926.

10. Iwami T, Nichol G, Hiraide A, Hayashi Y, Nishiuchi T, Kajino K, Morita H, Yukioka H, Ikeuchi H, Sugimoto H, Nonogi H, Kawamura T. Continuous improvements in "chain of survival" increased survival after out-of-hospital cardiac arrests: a large-scale population-based study. *Circulation.* 2009;119(5):728-734.

11. Criley JM, Blaufuss AH, Kissel GL. Cough-induced cardiac compression. Self-administered from of cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1976;236(11): 1246-1250.

12. Frenneaux M, Steen S. Haemodynamics of cardiac arrest. In: Paradis A, Halperin HR, Kern BR, Wenzel V, Chamberlain D, eds. *Cardiac Arrest: The Scinece and Practice of Resuscitation Medicine* 2nd Edition ed. Cambridge: Cambridge Universtiy Press; 2007.

13. Feneley MP, Maier GW, Gaynor JW, Gall SA, Kisslo JA, Davis JW, Rankin JS. Sequence of mitral valve motion and transmitral blood flow during manual cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Circulation.* 1987;76(2):363-375.

14. Hwang SO, Lee KH, Cho JH, Yoon J, Choe KH. Changes of aortic dimensions as evidence of cardiac pump mechanism during cardiopulmonary resuscitation in humans. *Resuscitation.* 2001;50(1):87-93.

15. Kim H, Hwang SO, Lee CC, Lee KH, Kim JY, Yoo BS, Lee SH, Yoon JH, Choe KH, Singer AJ. Direction of blood flow from the left ventricle during cardiopulmonary resuscitation in humans: its implications for mechanism of blood flow. *Am Heart J.* 2008;156(6):1222 e1221-1227.

16. Pell AC, Guly UM, Sutherland GR, Steedman DJ, Bloomfield P, Robertson C. Mechanism of closed chest cardiopulmonary resuscitation investigated by transoesophageal echocardiography. *J Accid Emerg Med.* 1994;11(3): 139-143.

17. Chibber-Cahndra N, Weisfeldt ML. Perfusion mechanisms in cardiopulmonary resuscitation. In: Shoemaker W, Ayres S, Grenwik A, Holbrook P, Thompson W, eds. *Textbook of Critical Care*. Philadelphia: W.B.Saunders; 1989:57-64.

18. Rudikoff MT, Maughan WL, Effron M, Freund P, Weisfeldt ML. Mechanisms of blood flow during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation.* 1980;61 (2):345-352.

19. Paradis NA, Martin GB, Goetting MG, Rosenberg JM, Rivers EP, Appleton TJ, Nowak RM. Simultaneous aortic, jugular bulb, and right atrial pressures during cardiopulmonary resuscitation in humans. Insights into mechanisms. *Circulation.* 1989;80(2):361-368.

20. Ma MH, Hwang JJ, Lai LP, Wang SM, Huang GT, Shyu KG, Ko YL, Lin JL, Chen WJ, Hsu KL, et al. Transesophageal echocardiographic assessment of mitral valve position and pulmonary venous flow during cardiopulmonary resuscitation in humans. *Circulation.* 1995;92(4):854-861.

21. Diószeghy C. Mellkasi kompressziók. In: Pénzes I, ed. *Az újraélesztés tankönyve.* Vol 1. Budapest: Medicina; 2000:98-105.

22. Wu JY, Li CS, Liu ZX, Wu CJ, Zhang GC. A comparison of 2 types of chest compressions in a porcine model of cardiac arrest. *Am J Emerg Med.* 2009;27(7):823-829.

23. Wik L. Rediscovering the importance of chest compression to improve the outcome from cardiac arrest. *Resuscitation.* 2003;58(3):267-269.

24. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirrallo RG, Benditt D, Lurie KG. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation.* 2005;64(3): 363-372.

25. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hauser B, Rudas L. A Magyar Resuscitációs Társaság 2006. évi felnőtt alapszintű újraélesztési (BLS), valamint a külső automata defibrillátor (AED) alkalmazására vonatkozó irányelvei. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2006;4(1):5-11.

26. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Ressucitation Council Guidelines for Resuscitation 2005 Section

2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation.* 2005;67(1):S7-S53.

27. Bossaert L, Van Hoeyweghen R. Evaluation of cardiopulmonary resuscitation (CPR) techniques. The Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation.* 1989;17 Suppl:S99-109; discussion S199-206.

28. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, Kajino K, Yonemoto N, Yukioka H, Sugimoto H, Kakuchi H, Sase K, Yokoyama H, Nonogi H. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2007;116(25): 2900-2907.

29. Chamberlain DA, Hazinski MF. Education in resuscitation: ILCOR Advisory Statement. *Resuscitation.* 2003;59(1):11-43.

30. Chamberlain D, Smith A, Woollard M, Colquhoun M, Handley AJ, Leaves S, Kern KB. Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. *Resuscitation.* 2002;53(2):179-187.

31. AHA. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 3: adult basic life support. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation.* 2000;102(8 Suppl):I22-59.

32. ARC. Australian Resuscitation Council Guideline 6: Compression. Available at: http://www.resus.org.au. Accessed 10.03., 2010.

33. Nolan J, Soar J, Lockey A, Pitcher D, Gabbott D, Perkins GD, Scott M, Mitchell S. *Advanced Life Support*. 5th ed. London: Resuscitation Council (UK); 2006.

34. Nolan DJE. *Advanced Life Support (Course Manual)*. 5th ed. Antwerp: European Resuscitation Council; 2006.

35. Perkins GD, Stephenson BT, Smith CM, Gao F. A comparison between over-the-head and standard cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2004;61(2):155-161.

36. Aufderheide TP, Pirrallo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, Deja KA, Conrad CJ, Kitscha DJ, Provo TA, Lurie KG. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation.* 2005;64(3):353-362.

37. Pénzes I, Bíró I. Az újraélesztés története. In: Pénzes I, ed. *Az újraélesztés tankönyve*. Budapest: Medicina; 2000:1-32.

38. Gőbl G. A magyar mellkasi kompressziós technika kialakulásának történetéről - Personal Communication. Budapest; 2003.

39. Pénzes I. Újraélesztés. In: Pénzes I, Lencz L, eds. *Az aneszteziológia és intenzív terápia tankönyve*. Budapest: Semmelweis Kiadó; 1998:311-329.

40. Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. *Resuscitation.* 2000;47(2):179-184.

41. ILCOR. Part 3: Adult Basic Life Support. *Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascuar care - an international consensus on science.* Vol 46: Resuscitation; 2000:29-71.

42. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hornyák I, Hauser B. A Magyar Resuscitációs Társaság 2003. évi felnőtt alapszintű újraélesztési (BLS) ajánlása. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2003;1(3):19-22.

43. Tóth Z. Magyar vagy nemzetközi? Pro-Con vita: A magyar módszer mellett. *A Magyar Resuscitatiós Társaság II. Nemzeti Kongresszusa*. Szeged; 2003.

44. Hornyák I. A nemzetközi és a magyar újraélesztési módszer összehasonlítása. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2007;5(2):49-52.

45. Bullock I. The acquisition of practical resuscitation skills. In: Bullock IC, M, ed. *Advanced life support instructor manual*. London: Resuscitation Council (UK); 2001:20-27.

46. Diószeghy C, Kiss D, Frituz G, Szekely G, Elo G. Comparison of effects of different hand positions during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2005;66(3):297-301.

47. Diószeghy C, Fritúz G, Kiss D, Pénzes I. A nemzetközi ajánlásokban szereplő és a hagyományos magyar kéztartás összehasonlító vizsgálata újraélesztésnél végzett mellkasi kompressziók során. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2003;1(2):39-42.

48. Lederer W, Mair D, Rabl W, Baubin M. Frequency of rib and sternum fractures associated with out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation is underestimated by conventional chest X-ray. *Resuscitation.* 2004;60(2): 157-162.

49. Halperin H, R, Rayburn B, K. Manual cardiopulmonary resuscitation techniques. In: Paradis NAH, H R; Kern, K B; Wenzel, V; Chamberlain, D, ed. *Cardiac arrest. The Science and Practice of Resuscitation Medicine*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press; 2007:571-584.

50. Lucia A, de las Heras JF, Perez M, Elvira JC, Carvajal A, Alvarez AJ, Chicharro JL. The importance of physical fitness in the performance of adequate cardiopulmonary resuscitation. *Chest.* 1999;115(1):158-164.

51. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hauser B, Rudas L. A Magyar Resuscitációs Társaság 2006. évi felnőtt emelt szintű újraélesztési (ALS) irányelvei. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2006;4(1):12-15.

52. Nolan DJ, Deakin CD, Soar J, Bottiger BW, Smith G. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005 Section 4. Adult advenced life support. *Resuscitation.* 2005;67(S1):S39-S86.

53. ILCOR. Part2: Adult basic life support - Consensus on Science Treatment Recommandations. *Resuscitation.* 2005;67(1):187-201.

54. Peberdy MA, Kaye W, Ornato JP, Larkin GL, Nadkarni V, Mancini ME, Berg RA, Nichol G, Lane-Trultt T. Cardiopulmonary resuscitation of adults in the

hospital: a report of 14720 cardiac arrests from the National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resuscitation.* 2003;58(3):297-308.

55. Kiss D, Székely G, Szente S, Diószeghy C. In-hospital resuscitation in Hungary - First results of national resuscitation database (ABSTRACT). *Resuscitation.* 2006;69(1):118.

56. Baskett P. Progress of the advanced life support courses in Europe and beyond. *Resuscitation.* 2004;62(3):311-313.

57. Perkins GD, Soar J. Skill deployment and the ILS course. *Resuscitation.* 2005;64(2):245-246.

58. Székely G, Voros P, Gal B, Kiss D, Dioszeghy C. Utstein formula - néhány nem várt adat. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2006;4(1):41.

59. Cummins RO, Chamberlain D, Hazinski MF, Nadkarni V, Kloeck W, Kramer E, Becker L, Robertson C, Koster R, Zaritsky A, Bossaert L, Ornato JP, Callanan V, Allen M, Steen P, Connolly B, Sanders A, Idris A, Cobbe S. Recommended guidelines for reviewing, reporting, and conducting research on in-hospital resuscitation: the in-hospital 'Utstein style'. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, the Australian Resuscitation Council, and the Resuscitation Councils of Southern Africa. *Resuscitation.* 1997;34(2): 151-183.

60. Clark D. Complications following closed chest cardiac massage. *JAMA.* 1962;181(4):337-338.

61. Powner D, Holcombe P, Mello L. Cardiopulmonary resuscitation related injuries. *Crit Care Med.* 1984;12(1):54-55.

62. Kern KB, Carter AB, Showen RL, Voorhees WD, 3rd, Babbs CF, Tacker WA, Ewy GA. CPR-induced trauma: comparison of three manual methods in an experimental model. *Ann Emerg Med.* 1986;15(6):674-679.

63. Black CJ, Busuttil A, Robertson C. Chest wall injuries following cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2004;63(3):339-343.

64. Machii M, Inaba H, Nakae H, Suzuki I, Tanaka H. Cardiac rupture by penetration of fractured sternum: a rare complication of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2000;43(2):151-153.

65. Bauben M, Rabl W, Pfeiffer K, Benzer K, Gilly H. Chest injuries after active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR) in cadavers. *Resuscitation.* 1999;43(1):9-15.

66. Rabl W, Baubin M, Haid C, Pfeiffer KP, Scheithauer R. Review of active compression-decompression cardiopulmonary resuscitation (ACD-CPR). Analysis of iatrogenic complications and their biomechanical explanation. *Forensic Sci Int.* 1997;89(3):175-183.

67. Oberladstaetter D, Rabl W, Freund M, Bauben M. Thorax injuries after LUCAS-CPR on female cadavers (Abstract). *Resuscitation.* 2006;69(1):313.

68. Gwinnutt CL, Columb M, Harris R. Outcome after cardiac arrest in adults in UK hospitals: effect of the 1997 guidelines. *Resuscitation.* 2000;47(2): 125-135.

69. Gőbl G, Gáspár T. A nemzeti resuscitációs adatbázis kórházon kívüli részének első értékelése: másfél év tapasztalatai. *Újraélesztés - Resus Hung.* 2004;2(3):135-139.

70. Frigyik A, Székely G, Kiss D, Diószeghy C. The rate and depths of external chest compressions comparing two different hand positions. *Resuscitation.* 2006;69(1):107.

71. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt CL, Keenan AM. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation.* 2002;55(2):151-155.

72. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, Dunn K, March JA. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med.* 1995;26(3): 300-303.

73. Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation.* 1998;37(3): 149-152.

74. Aufderheide TP, Pirrallo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, Deja KA, Kitscha DJ, Provo TA, Lurie KG. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by trained laypersons and an assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation.* 2006;71(3):341-351.

75. Riera SQ, Gonzalez BS, Alvarez JT, Fernandez Mdel M, Saura JM. The physiological effect on rescuers of doing 2min of uninterrupted chest compressions. *Resuscitation.* 2007;74(1):108-112.

76. Székely G, Gombos M, Kiss D, Diószeghy C. Comparison of fatige during continuous chest compressions by different hand positions (Abstract). *Resuscitation.* 2006;69(1):124.

77. Malzer R, Zeiner A, Binder M, Domanovits H, Knappitsch G, Sterz F, Laggner AN. Hemodynamic effects of active compression-decompression after prolonged CPR. *Resuscitation.* 1996;31(3):243-253.

78. Gruben KG, Romlein J, Halperin HR, Tsitlik JE. System for mechanical measurements during cardiopulmonary resuscitation in humans. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1990;37(2):204-210.

79. Diószeghy C, Slavei K, Boga A, Meződy M, Berényi T, Pénzes I. A case-report of ACD-CPR with continuous haemodynamic monitoring using pulmonary catheterization and transoesophageal doppler monitoring (Abstract). *Resuscitation.* 1996;31(4):S46.

80. Arbogast KB, Maltese MR, Nadkarni VM, Steen PA, Nysaether JB. Anterior-posterior thoracic force-deflection characteristics measured during cardiopulmonary resuscitation: comparison to post-mortem human subject data. *Stapp Car Crash J.* 2006;50:131-145.

81. Elo G, Dioszeghy C, Dobos M, Andorka M. Ethical considerations behind the limitation of cardiopulmonary resuscitation in Hungary--the role of education and training. *Resuscitation.* 2005;64(1):71-77.

82. Sandroni C, Nolan J, Cavallaro F, Antonelli M. In-hospital cardiac arrest: incidence, prognosis and possible measures to improve survival. *Intensive Care Med.* 2007;33(2):237-245.

83. Cooper S, Janghorbani M, Cooper G. A decade of in-hospital resuscitation: outcomes and prediction of survival? *Resuscitation.* 2006;68(2):231-237.

84. Paradis NA, Martin GB, Rivers EP, Goetting MG, Appleton TJ, Feingold M, Nowak RM. Coronary perfusion pressure and the return of spontaneous circulation in human cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1990;263(8): 1106-1113.

85. Reynolds JC, Salcido DD, Menegazzi JJ. Coronary perfusion pressure and return of spontaneous circulation after prolonged cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care.* 2010;14(1):78-84.

86. Hollenberg J, Lindqvist J, Ringh M, Engdahl J, Bohm K, Rosenqvist M, Svensson L. An evaluation of post-resuscitation care as a possible explanation of a difference in survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2007;74(2):242-252.

87. Gilmore CM, Rea TD, Becker LJ, Eisenberg MS. Three-phase model of cardiac arrest: time-dependent benefit of bystander cardiopulmonary resuscitation. *Am J Cardiol.* 2006;98(4):497-499.

88. Jones PG, Miles JL. Overcoming barriers to in-hospital cardiac arrest documentation. *Resuscitation.* 2008;76(3):369-375.

89. Diggory P, Cauchi L, Griffith D, Jones V, Lawrence E, Mehta A, O'Mahony P, Vigus J. The influence of new guidelines on cardiopulmonary resuscitation (CPR) decisions. Five cycles of audit of a clerk proforma which included a resuscitation decision. *Resuscitation.* 2003;56(2):159-165.

90. Baskett PJ, Lim A. The varying ethical attitudes towards resuscitation in Europe. *Resuscitation.* 2004;62(3):267-273.

Saját publikációk jegyzéke

a) A dolgozatban felhasznált közlemények

25. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hauser B, Rudas L. A Magyar Resuscitációs Társaság 2006. évi felnőtt alapszintű újraélesztési (BLS), valamint a külső automata defibrillátor (AED) alkalmazására vonatkozó irányelvei. *Újraélesztés - Resus Hung*. 2006;4(1):5-11.

42. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hornyák I, Hauser B. A Magyar Resuscitációs Társaság 2003. évi felnőtt alapszintű újraélesztési (BLS) ajánlása. *Újraélesztés - Resus Hung*. 2003;1(3):19-22.

46. Diószeghy C, Kiss D, Frituz G, Szekely G, Elo G. Comparison of effects of different hand positions during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2005 Sep;66(3):297-301.

47. Diószeghy C, Fritúz G, Kiss D, Pénzes I. A nemzetközi ajánlásokban szereplő és a hagyományos magyar kéztartás összehasonlító vizsgálata újraélesztésnél végzett mellkasi kompressziók során. *Újraélesztés - Resus Hung*. 2003;1(2):39-42.

67. Tóth Z, Diószeghy C, Gőbl G, Hauser B, Rudas L. A Magyar Resuscitációs Társaság 2006. évi felnőtt emelt szintű újraélesztési (ALS) irányelvei. *Újraélesztés - Resus Hung*. 2006;4(1):12-5.

81. Élő G, Diószeghy C, Dobos M, Andorka M. Ethical considerations behind the limitation of cardiopulmonary resuscitation in Hungary--the role of education and training. *Resuscitation*. 2005 Jan;64(1):71-7.

b) A dolgozatban felhasznált könyvek, könyv-fejezetek

21. Diószeghy C. Mellkasi kompressziók. In: Pénzes I (ed). Az újraélesztés tankönyve. Volume 1. Budapest: Medicina, 2000:98-105.

c) A dolgozatban felhasznált abstractok

60. Kiss D, Székely G, Szente S, Diószeghy C. In-hospital resuscitation in Hungary - First results of national resuscitation database. *Resuscitation*. 2006;69(1):118.

62. Frigyik A, Székely G, Kiss D, Diószeghy C. The rate and depths of external chest compressions comparing two different hand positions. *Resuscitation*. 2006;69(1):107.

71. Székely G, Gombos M, Kiss D, Diószeghy C. Comparison of fatige during continuous chest compressions by different hand positions. *Resuscitation*. 2006;69(1):124.

75. Diószeghy C, Slavei K, Boga A, Meződy M, Berényi T, Pénzes I. A case-report of ACD-CPR with continuous haemodynamic monitoring using pulmonary catheterization and transoesophageal doppler monitoring. *Resuscitation*. 1996;31(4):S46.

79. Székely G, Vörös P, Gál B, Kiss D, Diószeghy C. Utstein formula - néhány nem várt adat. *Újraélesztés - Resus Hung*. 2006;4(1):41.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom nagyon sokaknak azért, mert az elmúlt 20 évben segítettek, bátorítottak és támogattak abban, hogy az újraélesztés tudományával, oktatásával és gyakorlatával foglalkozzam, s ezzel megteremtették annak alapjait, hogy jelen dolgozatomat elkészíthessem.

Mindenekelőtt köszönöm Dr. Pénzes István professzor úrnak, hogy 1991-től kezdve támogatta és táplálta ez irányú érdeklődésemet, munkámat. Tanított, vezetett és kitartó munkával szakembert faragott belőlem.

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Merkely Béla professzor úrnak és Dr Kékesi Violetta tanárnőnek, hogy a dolgozat megírására bátorítottak, abban támogattak, segítettek.

Köszönettel és hálával tartozom azon munkatársaimnak, akik az elmúlt években a dolgozatban is bemutatott számos vizsgálatban részt vettek, abban segítettek. Felsorolásuk nem lehet teljes, mégis külön meg kell említsem legkitartóbb munkatársaimat: Dr. Kiss Domonkos, Dr. Székely Gábor, Dr. Fritúz Gábor és Dr. Élő Gábor doktorokat, valamint Dr Gőbl Gábor főorvos urat, és Dr. Tóth Zoltán doktort.

Végtelen hálával gondolok Dr Peter Baskett professzorra, aki megtisztelt azzal, hogy barátjának nevezett, és akitől a reanimatológia területén túlmutatóan is rengeteget tanulhattam. Mindig példaképként fogok rá tekinteni és igyekszem méltó módon ápolni emlékét.

Végezetül köszönöm feleségemnek, Eszternek, hogy elviselte a sok magányos órát és napot, amit a resuscitatio iránti szenvedélyemnek köszönhetően kellett egyedül eltöltenie, és amiért ennek ellenére is segített és támogatott végig ezen az úton.