

A felnőtt emelt szintű újraélesztés és a postresuscitációs ellátás újdonságai

Szabó Némedi Noémi dr.^{1, 2} ■ Lóczi Gerda dr.^{1, 3}
Kovács Enikő dr.^{4, 5, 1*} ■ Zima Endre dr.^{1, 4*}

¹Magyar Resuscitációs Társaság, Budapest

²Sahlgrenska Universitetssjukhuset, AnOpIVA, Göteborg, Svédország

³Országos Mentőszolgálat, Dél-alföldi Regionális Mentőszervezet, Szeged

⁴Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika, Budapest

⁵Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Klinika, Budapest

*Az Orvosi Hetilap 164. évfolyamának 12. és 13.,
az újraélesztés aktuális kérdéseivel foglalkozó tematikus lapszámát
Zima Endre dr. és Kovács Enikő dr. szerkesztette.*

Az emelt szintű újraélesztés és a postresuscitációs ellátás együttesen képezik a túlélési lánc negyedik láncszemét, így a keringésmegállás és az újraélesztés egyik kimeneteli meghatározói. Az emelt szintű újraélesztés azon beavatkozások összessége, melyek kivitelezése magasabb szintű eszközöket és speciális szaktudást igényel. Emelt szintű újraélesztés során is nélkülözhetetlen a folyamatos, minőségi mellkaskompresszió, valamint – amennyiben indokolt – a korai defibrilláció. Kiemelten fontos ezenkívül a keringésmegállás okának tisztázása és kezelése, melyben az ágy melletti ultrahangvizsgálat jelentős szerepet kap. Az emelt szintű újraélesztés legfontosabb elemei továbbá az emelt szintű légútbiztosítás és kapnográfia alkalmazása, vénás (vagy intraossealis) út mielőbbi biztosítása, valamint gyógyszerek – elsősorban adrenalin és sokkoldandó ritmus esetén amiodaron – adagolása. A konvencionális terápiarefrakter állapotokban az extracorporalis keringés alkalmazásának mérlegelése szükséges. A spontán keringés visszatérését követően az oxigénhiányos állapotra érzékeny szervek, különösen az agy és a szív védelme áll előtérben, a keringésmegállás kiváltó okának további tisztázása és kezelése mellett. Ennek érdekében a normoxiára, normocapniára, normotoniára és normoglykaemiára való törekvés, valamint a célorientált hőmérséklet-terápia áll az ellátás középpontjában. *Orv Hetil. 2023; 164(12): 454–462.*

Kulcsszavak: cardiopulmonalis resuscitatio, emelt szintű újraélesztés, intenzív terápia

The novelties of adult advanced life support and post-resuscitation therapy

The fourth element of chain-of-survival contains advanced life support and post-resuscitation treatment. Both treatment options influence the outcome of patients suffering cardiac arrest. Advanced life support includes all interventions that require special medical equipment and expertise. High-quality chest compressions and early defibrillation (if indicated) compose the main elements of advanced life support. Clarifying and treating the cause of cardiac arrest have also high priority, in which point-of-care ultrasound plays an important role. In addition, securing higher level of airway and capnography, securing intravenous or intraosseous line, and the parenteral administration of drugs – such as epinephrine or amiodarone – are the most important steps of advanced life support. If conventional therapy is unsuccessful, extracorporeal circulatory support can be used in special patient populations. The protection of vital organs that are sensitive to hypoxia (brain and heart) has a high priority after the return of spontaneous circulation beside the causative treatment of cardiac arrest. The most important parts of the supportive post-resuscitation treatment are: targeting normoxia, normocapnia, normotension, normoglycemia, and the application of target temperature management.

Keywords: cardiopulmonary resuscitation, advanced life support, intensive care

Szabó Némedi N, Lóczi G, Zima E, Kovács E. [The novelties of adult advanced life support and post-resuscitation therapy]. *Orv Hetil. 2023; 164(12): 454–462.*

(Beérkezett: 2022. december 18.; elfogadva: 2023. január 15.)

*Kovács Enikő és Zima Endre a közlemény elkészítésében egyenlő mértékű szerepet vállalt, megosztott utolsó szerzők.

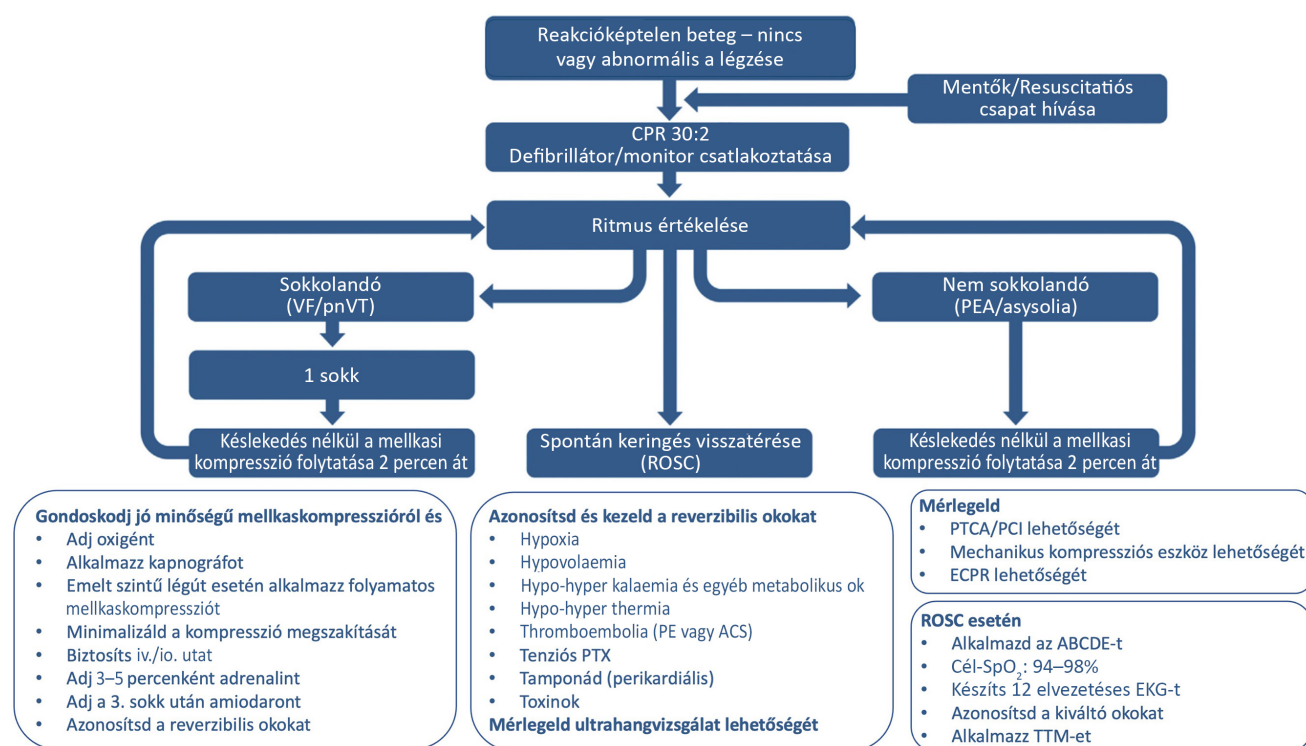
Rövidítések

4H = hypoxia, hypovolaemia, hypo-hyper thermia, hypo-hyper kalaemia és egyéb metabolikus ok; 4T = tenziós pneumothorax, szívtamponád, thromboembolia, toxikus ok; ABCDE = (airway, breathing, circulation, disability, exposure) sürgősségi vizsgálati módszer (légút, légzés, keringés, neurológia, egész test/ eset); CPR = cardiopulmonalis resuscitatio; CT = (computed tomography) komputertomográfia; EKG = elektrokardiográfia; ERC = (European Resuscitation Council) Európai Újraélesztési Tanács; ESICM = (European Society of Intensive Care Medicine) Európai Intenzív Terápiás Társaság; FiO₂ = (fraction of inspired oxygen) az oxigén aránya a belégzett gázkeverékben; HYPERION = (Hypothermia After Cardiac Arrest With Non Shockable Rhythm) hypothermia sokkoldó ritmusú szívmeállás után; TTM = (target temperature management) célorientált hőmérséklet-terápia

A keringésmegállás és az újraélesztés kimenetelét számos tényező befolyásolja, melyek között kiemelkedő faktorokat jelentenek a túlélési lánc elemei [1–3]. A túlélési lánc negyedik láncszemét az időben megkezdett, hatékony, emelt szintű újraélesztés és a hatékony postresuscitációs ellátás jelentik. Az emelt szintű újraélesztés azon beavatkozások összességét foglalja magában, melyek kivitelezéséhez magasabb szintű egészségügyi eszközök és speciális szaktudás szükséges (például emelt szintű légút-

biztosítás, gyógyszerek adagolása, a keringésmegállás okának tisztázása és kezelése stb.). Lényeges kérdésként merült fel, hogy az emelt szintű újraélesztés önmagában javítja-e a keringésmegállást szenvedett betegek kimenetelét, ugyanis egy korábbi tanulmányban az emelt szintű újraélesztés végzése önmagában nem járt jobb eredménnyel ahhoz képest, ha alacsonyabb szintű mentőegység korai kiérkezést követően gyors, félautomata defibrillátorral végzett defibrillálással kezelte a keringésmegállást kórházon kívüli keringésmegállás esetén [4]. Ezzel szemben egy újabb prospektív vizsgálat, mely 35 000, kórházon kívüli keringésmegállás esetét dolgozta fel, azt találta, hogy a korai, jó minőségű emelt szintű újraélesztés javította a betegek kórházi elbocsátáskori túlélését [5]. A postresuscitációs ellátás a beteg spontán keringésének visszatéréssel indul, mely további fontos lépéseket igényel annak érdekében, hogy a betegek jó életminőségű túlélését biztosítsuk.

Rövid összefoglaló közleményünkben arra törekszünk, hogy az Európai Újraélesztési Tanács (European Resuscitation Council – ERC) jelenleg érvényes, 2021-ben megjelent ajánlásának az emelt szintű újraélesztésre és a postresuscitációs ellátásra vonatkozó ellátási lépéseit, irányelveit összegezzük, és az előző ajánlásokhoz képest történt esetleges változásokat kiemeljük [6, 7]. A Magyar Resuscitációs Társaság (mely az ERC akkreditált



1. ábra

Az emelt szintű újraélesztés algoritmus a jelenleg érvényes európai és magyar ajánlások szerint (az Európai Újraélesztési Tanács engedélyével; Copyright European Resuscitation Council – www.erc.edu – 2023_NGL_001) [6]

ACS = akut coronaria szindróma; CPR = cardiopulmonalis resuscitatio; ECPR = extracorporalis keringés asszisztált cardiopulmonalis resuscitatio; ERC = Európai Újraélesztési Tanács; io. = intraossealis; iv. = intravénás; MRT = Magyar Resuscitációs Társaság; PCI = percutan coronariaintervenció; PE = tüdőembolia; PEA = pulzus nélküli elektromos aktivitás; pnVT = pulzus nélküli kamrai tachycardia; PTCA = percutan coronariaangiográfia; PTX = légmell; TTM = célorientált hőmérséklet-terápia; VF = kamrafiibrilláció

magyarországi képviselete és képzőszervezete) is ezeket az irányelveket tartja irányadónak, és újraélesztés során ezek követését javasolja.

Az emelt szintű újraélesztés algoritmus

Az emelt szintű újraélesztés magában foglalja azokat a beavatkozásokat, amelyek az alapszintű újraélesztés és a félautomata defibrillátor használata után, azokkal összefonódva következnek az újraélesztés láncolatában. Az előző, 2015-ben megjelent ERC-ajánlásokhoz képest nem történt érdemi változás az emelt szintű újraélesztés menetében [6].

Mielőtt az emelt szintű újraélesztés egyes lépéseit részleteiben tárgyaljuk, fontosnak tartjuk kiemelni, hogy emelt szintű újraélesztés végzése során is elsődleges a minőségi, minimális megszakításokkal végzett mellkaskompresszió végzése, sokkolandó ritmus esetén a korai defibrillálás, valamint a keringésmegállás kiváltó okának mielőbbi kezelése [6].

Az emelt szintű újraélesztés algoritmusának összegzését és legfontosabb lépéseit az 1. ábra szemlélteti. Az algoritmus középpontjában a ritmusanalízis áll, így amikor az emelt szintű újraélesztést végző csapat (kórházon kívül általában egy magasabb szintű mentőegység, kórházon belül az ún. újraélesztési csapat) megérkezik egy keringésmegállást elszenvedett pácienshez, elsőként folyamatban lévő mellkaskompressziók közben felhelyezi a betegre az öntapadó defibrillátorelektrodákat (esetleg defibrillátorlapátokat) és/vagy a monitorelvezetéseket, majd rövid, maximum 5 másodperces kompressziós szünetet tartva ritmusanalízist végez. Az ellátás ezt követően kettéválik attól függően, hogy mi volt a keringésmegállás hátterében álló ritmuszavar: a sokkolandó csoportba tartozik a kamrafibrilláció és a pulzus nélküli kamrai tachycardia, a nem sokkolandó csoportba az asystolia és a pulzus nélküli elektromos aktivitás (vagyis minden egyéb ritmus, amelyet az előzőekben nem említettünk, és keringést nem eredményez, pulzussal nem jár). Amennyiben a ritmus sokkolandó, minél hamarabb biztonságos defibrillálás szükséges. Nem sokkolandó ritmus esetén defibrillálás nem jön szóba, csak mellkaskompresszió.

Két ritmusanalízis között 2 perces mellkaskompressziós-lélegeztetési (cardiopulmonalis resuscitatio – CPR) ciklus következik. Ez alatt a 2 perc alatt sok beavatkozás közös a két száron: a hatékony mellkaskompressziók, a légútbiztosítás, a lélegeztetés, a vénás út biztosítása, a reverzibilis okok keresése és kezelése párhuzamosan zajlik. A reverzibilis okok – az ún. 4H: hypoxia, hypovolaemia, hypo-hyper thermia, hypo-hyper kalaemia és egyéb metabolikus ok; és 4T: tenziós pneumothorax, szívtamponád, thromboembolia, toxikus ok – közül az újraélesztési csapat vezetője a klinikai kép, az anamnesztikus adatok, illetve a dokumentáció alapján az adott klinikai helyzetben relevánsnak minősülő okokat keresi, és azok elhárításán dolgozik csapattársaival együtt.

A következő 2 perc elteltével újabb ritmusanalízis szükséges, mely alapján megint eldől, hogy az algoritmus sokkolandó vagy nem sokkolandó szárán folytatódik-e az ellátás. A ritmusanalízist minden 2 perces ciklus végén el kell végezni.

Az emelt szintű újraélesztés során a következő gyógyszerek adagolása jön szóba: *nem sokkolandó* ritmuszavar esetén 1 mg *adrenalin* intravénás adása indokolt, *amint lehetséges*. Ha az iniciális ritmus *sokkolandó* volt, és az is maradt, a *harmadik sokk leadása után* kerül beadásra az *első adrenalin* dózis, amely szintén 1 mg. Ha a beteg az újraélesztés során már kapott adrenalin, azt 3–5 percenként, azaz praktikusán két CPR-ciklusonként szükséges ismételni, függetlenül attól, hogy a ritmusanalízisek alapján aktuálisan melyik száron vagyunk.

Sokkolandó ritmus esetén 300 mg amiodaron adása javasolt a *harmadik sokkolandó ritmus* defibrillálási kísérlete után, attól függetlenül, hogy a sokkok közvetlenül egymást követték-e. Újabb 150 mg amiodaron *ismételhető* egyszer, az *ötödik sokkolandó ritmus defibrillálási kísérlete után*. Esetlegesen az amiodaron helyettesíthető 100 mg, illetve 50 mg lidokainnal. Újraélesztés során az adrenalin, az amiodaron vagy a lidokaint bolusban, intravénásan vagy intraosseálisan alkalmazzuk, hígításuk nem szükséges.

Thrombolysis megfontolandó, ha a keringésmegállás hátterében tüdőembolia igazolható vagy valószínűsíthető; ilyenkor elnyújtott, 60–90 perces reanimációra kell felkészülni. Intravénás folyadékbolus adása újraélesztés alatt akkor indokolt, ha a keringésmegállás reverzibilis okai között a hypovolaemia mint releváns ok felmerül. Fontos kiemelni, hogy nátrium-bikarbonát adása csak akkor jön szóba, ha a keringésmegállás oka hyperkalaemia, metabolikus acidózis vagy triciklusos antidepresszáns okozta mérgezés. Rutinszerűen, a keringésmegállás következtében kialakult acidózis mérséklésére nem javasolt az alkalmazása.

Az emelt szintű újraélesztés algoritmusának a legújabb ajánlás szerinti legfontosabb öt jellemzőjét és kulcsüzenetét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat | Az emelt szintű újraélesztés algoritmusának legfontosabb jellemzői

I. Továbbra is elsőbbséget élveznek a következők: minőségi mellkaskompresszió minimális megszakításokkal, korai defibrillálás, a keringésmegállás reverzibilis okainak kezelése
II. A keringésmegállást megelőző jelek korai felismerése döntő a keringésmegállás megelőzésében kórházi és kórházon kívüli keringésmegállás esetén is
III. Az egyszerűbb vagy magasabb szintű légútbiztosítási eszközök használata is javasolt – csak az intubáljon, aki gyakorlott benne
IV. Nem sokkolandó ritmus esetén az adrenalin beadása javasolt, amint lehetséges
V. Bizonyos, válogatott betegcsoportban az extracorporalis keringéstámogató eszközökre gondolni kell, amennyiben a konvencionális emelt szintű technikák nem hatékonyak

Mellkaskompressziók emelt szintű újraélesztés alatt

A hatékony, a lehető legrövidebb megszakításokkal végzett mellkaskompresszió elsődleges jelentőségű emelt szintű újraélesztés során is. A jó minőségű kompresszió alapfeltétele a komprimáló ellátó maximum 2 percenként történő, rendszeres cseréje, mely a csapatvezető felelőssége. A kompressziók minőségének kontrolljához kapnográfia ajánlott (ld. lejjebb). Mechanikus mellkaskompressziós eszközöket csak akkor javasolt használni, ha a hatékony mellkaskompressziók manuális kivitelezése nem lehetséges, vagy veszélyt jelent az ellátóra (például szállítás folyamatos mellkaskompresszió mellett, folyamatos mellkaskompresszió katéterlaborban sugárterhelés mellett stb.) [6]. Emellett további fontos szempont, hogy a mechanikus mellkaskompressziós eszközöket olyan esetekben alkalmazzuk, amikor a személyzet kellően gyakorlott az eszköz felhelyezésében, és nem következik be emiatt feleslegesen nagy késés a kompressziók újraindításáig. A mechanikus mellkaskompressziós eszközök rutinszerű használata ellen az szól ugyanis, hogy eddig sem randomizált, kontrollált vizsgálatok, sem szisztemás összefoglaló közlemények nem bizonyították egyértelmű hatékonyságukat az újraélesztés fontos kimeneteli szempontjait illetően [8–10]. Bizonyos típusú mellkaskompressziós eszközök esetében (AutoPulse®; ZOLL Medical Corporation, Chelmsford, MA, USA) emellett felmerült, hogy az eszköz által okozott súlyos sérülések nem zárhatók ki.

Defibrillálás emelt szintű újraélesztés során

A defibrillálás az emelt szintű újraélesztés algoritmusának egyik központi lépése, mivel a keringésmegállást okozó ritmusok kb. 20%-a sokkolandó.

Az ERC legújabb protokollja kizárólag öntapadó elektródákkal történő defibrillálásra fogalmaz meg ajánlást, szándékoltan buzdítva ezek kizárólagos használatára a lapátok helyett. Öntapadó elektródák használatával kisebb a szikraképződés veszélye, és biztonságosabb a sokk leadása az ellátóra nézve. Magyarországon egyre több helyen válik általános gyakorlattá az öntapadó defibrillátorelektrodák használata, de továbbra is nagyok a regionális különbségek. Sokszor nem anyagi vagy forráshiány, sokkal inkább a megszokás az átállás akadálya.

A jelenlegi ajánlás aláhúzza, hogy ha a látott ritmus kétségkívül kamrafibrilláció, sokkot kell alkalmazni – finomhullámú kamrafibrilláció esetében is [6].

A defibrillátorelektrodák (vagy -lapátok) felhelyezésekor elsődlegesen az anterolaterális elektródapozíció ajánlott (egyik elektróda a sternumtól jobbra, a clavicula alá kerül, míg a másik elektróda a szívcsúcshoz, a középső hónaljvonalba) [6]. Amennyiben a betegnek beültetett pacemaker vagy beültethető cardioverter-defibrillátora van, attól legalább 8 cm távolságra szükséges az elektródák felhelyezése. Hason fekvő betegnél a visszafordításig

biaxillaris felhelyezéssel adhatunk le késlekedés nélkül sokkot. Ez azt jelenti, hogy az öntapadó elektródákat/lapátokat a mellkas jobb és bal oldalára helyezzük. Ha terápiarefrakter kamrafibrilláció/pulzus nélküli kamrai tachycardia áll fenn (vagyis három vagy több sokk leadása után is fennáll a ritmuszavar), és többszöri kísérlet elenére sem hatásos a sokk, érdemes lehet anteroposterior elektródapozícióra váltani (az egyik elektróda a szív elé, az elülső mellkasfalra kerül, a másik elektróda pedig hátra, a szív mögé, a bal scapula alá), ehhez viszont szükséges az öntapadó defibrillátorelektrodák használata.

A defibrillálás optimális energiaértékeire vonatkozó egyértelmű vizsgálati adatok nem ismertek, az ajánlás a jelenleg elérhető szakirodalom gondos átnézését követő konszenzuson alapul. A jelen defibrillálási energiaértékekre vonatkozó ajánlás nem változott az előző protokollhoz képest: bifázisos hullámforma esetén az első sokk legalább 150 J, impulzusos kétfázisú hullámforma esetén minimum 120–150 J [6]. A további sokkoknál, ha az első sokk hatástalan volt, logikus döntés emelni az energiát, bár továbbra sem áll rendelkezésre egyértelmű evidencia emelkedő energiaértékek használatára [11–15]. Minden ellátó lehetőség szerint ismerje meg a munkahelyén használatos defibrillátort, és a gyártó által javasolt energiákkal dolgozzon. Bizonytalanság esetén a legmagasabb energiaértéket válasszuk. Asztmás vagy súlyos krónikus obstruktív tüdőbetegnél a pozitív kilégzésvégi nyomás emeli a transthoracalis impedanciát, így magasabb kezdő energiaértékek javasoltak.

A biztonságos sokk leadásához a szabadon áramló oxigént 1 méter távolságra el kell vinni a betegtől. Endotrachealis tubushoz vagy supraglotticus eszközhöz csatlakoztatott, zárt légzőkört nem szükséges eltávolítani, és a gépi lélegeztetést sem kell megszakítani, azonban a transthoracalis impedancia csökkentése érdekében érdemes kilégzési szünetben leadni a sokkot.

A minimális megszakításokkal történő mellkaskompressziók fenntartására manuális defibrillátor használata esetén a töltés alatt is szükséges a mellkaskompressziók folytatása, és a sokk leadásakor törekedni kell a mellkaskompressziók minél rövidebb, maximum 5 másodperces megszakítására [6]. Ugyanis már 5–10 másodperces mellkaskompressziós szünet is ahhoz vezethet, hogy csökken a defibrillálás hatékonysága [16–18]. A sokk leadása után a mellkaskompresszió azonnali, késlekedés nélküli újakezdése szükséges. Ez még akkor is igaz, ha a sokk leadása sikeres volt, és a ritmus helyreállt, a legtöbb esetben ugyanis a kielégítő perfúziót biztosító keringés visszatéréséig szükséges még egy kis idő [19, 20]. Mechanikus mellkaskompressziós eszköz esetén folyó kompressziók alatt is lehet sokkot leadni. A defibrillátor előzetes töltése még a ritmusanalízis előtt lehetséges alternatíva a mellkaskompressziós szünetek mérséklésére, de a módszernek egyelőre nem sikerült egyértelmű előnyét igazolni.

Egyes esetekben alkalmazható az ún. háromsokk-szekvencia, amikor három, egymást követő sokkot adunk

le. Ilyenkor a sokkok között nem végzünk kompressziót, azonban mindegyik után ellenőrizzük a ritmust, illetve ha indokolt, a pulzust. A háromsokk-szekvencia csak néhány speciális esetben javasolt, amikor a sokkok közötti mellkaskompressziók nagy valószínűséggel nem emelik tovább az amúgy is nagy esélyét annak, hogy a spontán keringés visszatérjen. Ez a helyzet például a coronariaörzében, a szívkatéteres laborban vagy egyéb monitorozott körülmények között észlelt keringésmegállás esetében, ahol a defibrillátor azonnal elérhető. Az adrenalin adása szempontjából ez a három sokk az első sokként értékelendő, de az amiodaron szempontjából három önálló sokként, így sikertelen háromsokk-szekvenciát követően 300 mg amiodaron adása javasolt [6].

Légútbiztosítás emelt szintű újraélesztés alatt

Alapelve, hogy emelt szintű újraélesztés alatt egyszerű légútbiztosítási módszerekkel szükséges kezdeni az ellátást, és szükség esetén, ha a lélegeztetés hatástalan, lépésenként haladhatunk az emelt szintű légútbiztosítás irányába az ellátó felkészültségétől függően [6]. Általánosságban elmondható, hogy supraglotticus légútbiztosítási eszközök használata javasolt, mert behelyezésük kevesebb gyakorlatot igényel, és nem szükséges hozzá megszakítani a mellkaskompressziókat [21]. Az ajánlás szerint endotrachealis intubálást olyan ellátó kísérhet meg, aki két intubálási kísérlettel 95%-os valószínűséggel sikeresen intubál. A videolaringoszkópia használatát illetően nincs egyértelmű ajánlás, a helyi szokások és a felhasználó preferenciája a döntő ebben a kérdésben. Fontos, hogy a mellkaskompresszió intubálás alatt sem szakítható meg 5 másodpercnél hosszabb időre. Ez úgy lehetséges, ha a laringoszkópia alatt zajlik a mellkaskompresszió, és csak a tubus bevezetése alatt áll röviden. A tubus helyzetének ellenőrzésére a kapnográfia és a klinikai jelek (a mellkas szimmetrikus emelkedése, légzési hangok jelenléte bixaxillárisan) értékelése szükséges.

Kiterjedt arcsérülések vagy gégebemenetet érintő ödéma, illetve infiltratív folyamatok esetén felléphet lélegeztetési és légútbiztosítási képtelenség, ilyenkor a coniotomia életmentő beavatkozás lehet.

Lélegeztetés emelt szintű újraélesztés alatt

Emelt szintű újraélesztés során mielőbb törekedni kell arra, hogy a beteg lélegeztetése megkezdődjék. Elsőként a legtöbbször maszkos-ballonos lélegeztetés történik, melynek során 1 másodperc alatt, látható mellkaskitérést eredményező légzéstérfogattal történik a befúvás, a mellkaskompressziókkal összehangolva (vagyis 30 : 2 arányban) [6]. Jól illeszkedő supraglotticus eszköz és endotrachealis tubus mellett a lélegeztetés mellkaskompressziókkal való összehangolása nem szükséges, hanem folyamatos mellkaskompressziók mellett történik a

10/perc légzésszámú folyamatos lélegeztetés [22]. Manuális ballonos lélegeztetésnél ennek kivitelezéséhez nagy segítséget nyújt a kapnográf. Alternatívaként, ha rendelkezésünkre áll, lélegeztetőgép is kapcsolható a supraglotticus eszközhöz vagy az endotrachealis tubushoz. Ha nagy az eresztés a supraglotticus eszköz mellett, akkor a 30 : 2 kompresszió-lélegeztetés arányhoz való visszatérés szükséges. Az újraélesztés alatti lélegeztetés során célszerű a legmagasabb belégzési oxigénszázalékot beállítani: ballon esetén ez rezervoárral és 15 l/perc oxigénáramlással, a lélegeztetőgépen pedig 100%-os FiO₂ beállításával érhető el. A jelenlegi ajánlás nem fogalmaz meg útmutatást a pozitív kilégzésvégi nyomás beállítására vonatkozóan. A mindennapi gyakorlatból azonban az derül ki, hogy nincs egyetértés az ellátók között a pozitív kilégzésvégi nyomás alkalmazását illetően [23]. Az ellátók egy része – régebbi tanulmányok eredményeire alapozva – a pozitív kilégzésvégi nyomás minimalizálását (akár 0 vízcmm-es értéket használva) szorgalmazza, így védve ki a magasabb nyomás vénás visszaáramlásra gyakorolt negatív hatását [24]. Egyes vizsgálatok azonban azt mutatták ki – és ez az elmúlt évek koronavírus-járványa alatt is előtérbe került –, hogy érdemi pozitív kilégzésvégi nyomás használata nélkül nagyobb a hypoxia és a hypercapnia veszélye [24]. Ennek a kérdéskörnek a tisztázására további vizsgálatok elvégzése javasolt.

Vénabiztosítás emelt szintű újraélesztés során

Az ERC intravénás kanül behelyezését javasolja első választandóként felnőtt-újraélesztés során a vénás út biztosításához. Elsőként perifériás vénabiztosítás választandó (a vena jugularis externa kanülálása is idetartozik), amennyiben azonban a perifériás véna kanülálási kísérlete sikertelen, mielőbb intraossealis út biztosítása javasolt [6]. Itt szeretnénk ezenfelül kiemelni, hogy a beteg folyadékkal való töltése újraélesztés alatt akkor indokolt, amennyiben a keringésmegállás oka valóban hypovolaemia. Egyéb esetekben a gyógyszerek bemosásán kívül nincs egyéb indokoltsága, sem előnye a betegek folyadékpótlásának.

A kapnográfia szerepe emelt szintű újraélesztés során

A kapnográfia, mely a kilégzésvégi szén-dioxid mennyiségét egyszerű, noninvasív módon méri, és hullámforma segítségével vizualizálja, az emelt szintű újraélesztés során az egyik alapvető monitorizálási eszközzé vált, mely számos információt ad a betegről és az ellátás minőségéről. A kilégzésvégi szén-dioxid a légzési perctérfogaton kívül összefügg a keringési perctérfogattal (és ezáltal mellkaskompresszió alatt annak minőségével), a szöveti perfúzióval és a pulmonalis vérátáramlással egyaránt. Az endotrachealis tubus helyzetének igazolásáról, a meg-

felelő légzésszám fenntartásában nyújtott segítségről, valamint a mellkaskompressziók minőségének nyomon követéséről már esett szó.

A kilégzésvégi szén-dioxid értékének újraélesztés alatti hirtelen, akár az eredeti érték háromszorosára történő megugrása jelentheti a spontán keringés visszatértét. A legújabb ajánlás szerint azonban önmagában csak a kilégzésvégi szén-dioxid magas értéke miatt nem javasolt a 2 perces mellkaskompressziós kör megszakítása, ha más életjelenség nem észlelhető, mivel annak megemelkedése és a tapintható pulzus megjelenése (ami az adekvát keringés jele) között eltelhet pár perc [25, 26]. Fontos kiemelni azonban, hogy ha aktuális lenne 1 mg adrenalin adása ebben a körben, akkor annak megadása már nem szükséges a kilégzésvégi szén-dioxid megemelkedő értéke mellett.

Ha az újraélesztés alatt nyilvánvalóan hatékony mellkaskompressziók mellett is a kilégzésvégi szén-dioxid alacsony értéke észlelhető a kapnográfán, akkor olyan reverzibilis okok után kell aktívan kutatnunk, amelyek lehetetlenné teszik a szív telődését, és így egyben hatástalanná válik a külső mellkaskompresszió [27]. Ezek az okok – például hypovolaemia, tenziós pneumotorax, pericardialis tamponád – együttesen tipikusan traumás keringésmegállások mellett lépnek fel. Traumás emelt szintű újraélesztésben ezért prioritást élvez az ezen okok gyors kizárására, illetve ellátására szolgáló resuscitativ thoracotomia és/vagy proximalis aortakirekesztés a standard emelt szintű újraélesztés folyamatos mellkaskompressziós gyakorlatával szemben.

Ugyanakkor a kilégzésvégi szén-dioxid alacsony értéke ($<1,33$ kPa, illetve <10 Hgmm) jelzője lehet a megkésztett vagy hiábavaló újraélesztési kísérletnek is, vagyis tartósan alacsony értéke rossz prognosztikai jel [28]. Önmagában azonban egy adat nem lehet irányadó ebben a kérdésben, így helyesebb inkább a kapnográf értékének időbeli dinamikáját figyelni: a csökkenő tendencia valószínűsíti a sikertelen kimenetelt. Az ERC-ajánlás mind ezek mellett hangsúlyozza, hogy önmagában a kilégzésvégi szén-dioxid alacsony értéke alapján ne állítsuk le az újraélesztési kísérletet, és mérlegeljük, ha van relevanciája, az extracorporalis újraélesztés lehetőségeit (ld. később).

Az ágy melletti ultrahangvizsgálat szerepe az újraélesztésben

Gyakorlott felhasználó kezében az ágy melletti ultrahangvizsgálat hasznos segítséget jelent a keringésmegállás reverzibilis okainak kiderítéséhez. A mellkaskompressziós szünetben (ritmusanalízis alatt) rögzített, a leggyakrabban subxiphoidalis képek későbbi elemzése a legcélszerűbb. Azt azonban feltétlenül szem előtt kell tartanunk, hogy az ultrahangvizsgálat semmiképp sem kiegészítheti vagy akadályozhatja a mellkaskompressziókat. Az ágy melletti ultrahangvizsgálat jól használható szívamponád, akut jobbshívfél-terhelés vagy légmell ki-

zárására, illetve az újraélesztés korai fázisában a hypovolaemia diagnózisára. Az utóbbi esetben a gyengén telődő jobb kamra a hypovolaemia gyanújának megerősítését segíti. Ugyanakkor a keringésmegállás után már néhány perccel a vértérfogát átrendeződése miatt szinte törvényszerűen tágul a jobb hívfél, ami tévesen a tüdőembolia irányába terelheti a gondolkodást [29]. A nomenklaturai bizonytalanságok és a nagy felhasználói függőség miatt kizárólag az ágy melletti ultrahangvizsgálat során nyert eredmények alapján az újraélesztési kísérlet nem függeszthető fel [30].

Extracorporalis cardiopulmonalis újraélesztés

Nem traumás, kórházon kívüli keringésmegállások esetén, válogatott betegeknel, ha a standard emelt szintű újraélesztés hatástalan, mérlegelendő a beteg helyi kardiológiai centrumba történő minél korábbi referálása extracorporalis cardiopulmonalis újraélesztés céljából. Ennek lehetőségeit, jelenlegi evidenciáit lapszámunk egyik külön közleményében részletezzük.

Postresuscitációs ellátás

Az emelt szintű újraélesztés algoritmusának harmadik szára képezi azt a szerencsés helyzetet, amikor a spontán keringés visszatér, és ezzel kezdetét veszi a postresuscitációs ellátás (1. ábra) [6]. Az ellátás ezen fázisát még az emelt szintű újraélesztést végző csapat kezdi, majd attól függően, hogy mi állt a keringésmegállás hátterében, multidiszciplináris kezelés folyik tovább. Kritikus állapotú páciensekről lévén szó, az ellátás egy bizonyos pontján túl (például szívkatéterezés katéterlaborban, műtét műtői körülmények között stb.) a postresuscitációs terápia fő helye a sürgősségi, illetve intenzív osztály.

Az első tennivaló közvetlenül a keringés visszatérése után a beteg ABCDE-módszer szerinti vizsgálata és stabilizálása olyan kiegészítő vizsgálatokkal, amelyek tovább tisztázzák a keringésmegállás okát [7]. A beteg cardiorespiratoricus paramétereinek megfelelő szinten való tartása szükséges ebben a fázisban, melynek fő célja többek közt a szekunder szervkárosodások (elsősorban az agy- és szívkárosodás) megelőzése, vagyis döntően a neuro- és kardioprotekció, illetve egyéb szervek védelme. Ennek érdekében az ajánlás javaslata szerint a spontán keringés visszatérése utáni pillanatokban a légút további fenntartása és kontrollja szükséges 94–98%-os oxigénszaturáció biztosítása mellett. Továbbra is javasolt a kapnográfia alkalmazása, mely számos információt ad a beteg légzési és keringési állapotáról. Mielőbb szükséges egy 12 elvezetési EKG készítése, valamint a systolés vérnyomás 100 Hgmm felett tartása. Ha ez nem biztosítható, folyadék és keringéstámogató gyógyszerek adagolása szükséges mielőbb.

Amennyiben a 12 elvezetési EKG vagy a keringésmegállás körülményei alapján felmerül, hogy a keringésmegállás hátterében kardiális ok állhat, akut koronarográfia elvégzése javasolt. A 2015. évi ERC-ajánláshoz képest a jelen protokoll annyival egészíti ki az akut koronarográfiára vonatkozó javaslatát, hogy ha ST-eleváció áll fenn, az egyértelműen akut koronarográfiát indokol. Amennyiben a beteg keringésmegállása kórházon kívül történt, de nem látható ST-eleváció a 12 elvezetési EKG-n, akkor abban az esetben merül fel az azonnali szívkatéteres vizsgálat szükségessége, ha a kardiális eredetre más körülmények erősen utalnak (például elektromos vihar, súlyos hemodinamikai instabilitás stb.). Az ST-eleváció hiánya nem zárja ki ugyan az akut coronaria szindróma lehetőségét, de egy későbbi időpontban, halasztottan – és valószínűsíthetően stabilabb klinikai állapotban – elvégzett koronarográfia megfelelő választás azokban az esetekben, amelyeknél nem nyilvánvaló a kardiális eredet. Egy randomizált, kontrollált vizsgálat, mely aszerint csoportosította a kamrafibrilláció miatt kórházon kívül újraélesztett betegeket, hogy korai vagy késői koronarográfián estek-e át a spontán keringés visszatérése után, nem talált különbséget a két csoport 90 napos túlélésében [31, 32].

Ha nem merül fel (vagy nem igazolódik) kardiális eredet a keringésmegállás hátterében, akkor a klinikai kép alapján koponya-CT, illetve mellkasi CT-angiográfia elvégzése jön szóba.

Az intenzív osztályos szupportív terápia legfontosabb lépései továbbra is a normoxia, normocapnia, normovolaemia és normoglykaemia biztosítása, valamint a hipotenzio (és a szöveti hipoperfúzió) kerülése és a görcstevékenység agresszív kezelése [7]. Ezek egyik fő célja a neuroprotekcio részeként a szekunder agykárosodás megelőzése. A jelen elérhető szakirodalmi adatok alapján továbbra is fontos a hypoxia és a hyperoxia kerülése, mivel mindkét esetben romolhat a neurológiai kimenetel. Ugyanez igaz a vérben mérhető parciális szén-dioxidnyomás esetében is: a hypocapnia agyi vasoconstrictiót, a hypercapnia túlzott agyi vasodilatációt okozhat, ezért normocapniára szükséges törekedni. A normoglykaemia ebben az esetben a 7,8–10 mmol/l közti vércukorszint-érték tartását jelenti, agresszívan megelőzve a hypoglykaemiás epizódokat. Mindemellett mindenképp szükséges a beteg szedálása az ellátás kezdeti szakaszában, valamint a görcstevékenység mielőbbi megszüntetése. Az utóbbi esetében a 2021. évi ERC-ajánlás levetiracetám vagy nátrium-valproát adagolását javasolja. Fontos ezenkívül az adekvát hemodinamikai ellátás, szükség esetén vazopresszorok és inotropok adagolásával, hogy a szervek – és különösen az agy – megfelelő perfúzióját biztosítsuk. Hemodinamikailag instabil betegek esetében, különös tekintettel a postresuscitációs ellátás során fellépő komplex hemodinamikai eltérésekre, invazív hemodinamikai monitorozás, illetve a perctérfogat mérése is felmerül [33].

A 2021-ben megjelent ERC-ajánlás még a célorientált hőmérséklet-terápia (target temperature management – TTM) és a maghőmérséklet 32–36 °C között tartása mellett foglalt állást. Azóta azonban ez a kérdés még tovább bonyolódott, ezért a postresuscitációs ellátási stratégiák közül a hőmérséklet-terápia kérdését bővebben részletezzük.

Az utóbbi években nagy vita övezte a TTM-et, annak létjogosultságát, illetve körülményeit. Számos kérdés merült fel a szükséges célhőmérsékletet, a terápia hosszát, a terápia időzítését, kivitelezését illetően, melyek még mindig nagyrészt megválaszolatlanok. A terápiás hypothermia – mint kezelési eljárás a postresuscitációs ellátásban – 2005-ben jelent meg először az ERC-ajánlásban [34]. Ennek alapját két randomizált, kontrollált vizsgálat képezte, melyek során azt találták, hogy a korai postresuscitációs szakban a sokkolandó ritmusú keringésmegállást túlélő, 32–34 °C-ra hűtött betegek neurológiai kimenetele és mortalitása kedvezőbb volt a nem hűtött betegekéhez képest [35, 36]. A két tanulmány eredménye azóta több kritikát kapott, melyek közül az egyik legfontosabb, hogy a kontroll- (nem hűtött) csoport betegeinél gyakran észleltek lázat. Az alacsonyabb hőmérséklet mindemellett bizonyos esetekben és betegcsoportokban mellékhatásokkal járhat. Ezek a tények inspirálták a következő nagy, randomizált, kontrollált tanulmányt, az ún. TTM-vizsgálatot, melybe kórházon kívül újraélesztett betegeket vontak be, és a két összehasonlított csoport egyikét 33 °C-ra, míg a másikat 36 °C-ra hűtötték [37]. A tanulmány nem igazolt mortalitásbeli különbséget a két betegcsoport között, felvetve ezáltal azt, hogy nem feltétlenül szükséges az alacsonyabb hőmérsékletre való törekvés, hanem a láz kerülése a lényeges. Az ún. HYPERION-vizsgálat nem sokkolandó ritmusú, kórházon kívül vagy belül újraélesztett betegek esetén vizsgálta az alacsonyabb hőmérséklet hatását (33 °C kontra 37 °C) [38]. Az eredmények értelmében a 90 napos mortalitásban itt sem találtak különbséget a két csoport között, azonban az alacsonyabb célhőmérsékletű csoport jó neurológiai funkciókkal való 90 napos túlélése szignifikánsan jobb volt. 2021-ben – már a 2021. évi ERC-ajánlások megjelenése után – jelent meg a TTM2-vizsgálat eredménye, amely az előző vizsgálatához hasonlóan szintén kórházon kívüli keringésmegállásban szenvedett betegek adatait dolgozta fel. A betegek egyik csoportját 33 °C-ra hűtötték, míg a másik csoportnál normothermiát tartottak fenn azzal a céllal, hogy 37,8 °C fölé ne emelkedjen a betegek hőmérséklete. Nem találtak különbséget a két csoport hat hónapos mortalitásában, sem a különféle nemkívánatos események előfordulásában – kivéve a hemodinamikai instabilitást is okozó ritmuszavarokat, melyek gyakrabban fordultak elő az alacsonyabb hőmérsékletű csoportban [39]. Fontosnak tartjuk kiemelni, hogy a vizsgálatok során a magasabb hőmérsékletű csoportok hőjét is aktívan kontrollálták, és szigorúan kerültk a láz kialakulását.

2. táblázat | A postresuscitációs ellátás legfontosabb jellemzői

I. ROSC után az ABCDE vizsgálati módszer alkalmazása szükséges, melynek legfőbb lépései: magasabb szintű légút biztosítása; oxigén adagolása (cél-SpO ₂ : 94–98%); megbízható vénás út biztosítása és normovolaemia tartása, a hipotenzió kerülése (systolés vérnyomás >100 Hgmm)
II. Azonnali koronarográfia (és ha kell, coronariaintervenció) szükséges, amennyiben ST-eleváció látható az EKG-n, vagy erős a gyanú a keringésmegállás kardiális eredetére
III. TTM alkalmazása javasolt minden olyan betegnél, aki a ROSC után eszméletlen marad
IV. Multimodális neurológiai felmérési rendszer alkalmazása szükséges: klinikai vizsgálat, biomarkerek, elektrofiziológiai vizsgálatok, képalkotók
V. A beteg kórházi elbocsátásakor javasolt a fizikai és a pszichológiai állapot felmérése, valamint a beteg rehabilitációjának megszervezése

ABCDE = sürgősségi vizsgálati módszer (légút, légzés, keringés, neurológia, egész test/ezet); EKG = elektrokardiográfia; ROSC = a spontán keringés visszatérése; SpO₂ = oxigénszaturáció; TTM = célorientált hőmérséklet-terápia

A TTM2-vizsgálat eredményeinek megjelenését követően, 2022-ben az ERC és az Európai Intenzív Terápiás Társaság (European Society of Intensive Care Medicine – ESICM) kiadott egy közös ajánlást, melynek értelmében javasolják az újraélesztésen átesett, eszméletlen betegek folyamatos maghőkontrollját, valamint a láz (maghő >37,7 °C) aktív megelőzését legalább 72 óráig (gyógyszeresen és hűtési módszerekkel) [40]. Nem javasolt a betegek nagy dózisú, hűtött infúziós folyadék adagolásával való prehospitális hűtése. Emellett érdemben nem foglaltak állást sem a 32–36 °C-on való hőmérséklet-tartás mellett, sem ellene, mivel egyik terápiás stratégia mellett sincs egyértelmű evidencia. Hangsúlyozzák azonban, hogy amennyiben a beteg enyhén hypothermiás a spontán keringés visszatérése után, nem szükséges aktív melegítést alkalmazni.

Tekintettel arra, hogy a TTM-et illetően még rengeteg nyitott kérdés áll fenn, illetve nincs meghatározva, hogy melyik betegpopuláció profitál igazán az alacsonyabb hőmérséklet-tartományból, a magyarországi ellátási viszonyokat is figyelembe véve, a Magyar Resuscitációs Társaság továbbra is irányadónak tartja a 32–36 °C-os maghőmérséklet tartását az első 24 órában, illetve a láz szigorú megelőzését 72 óráig a spontán keringés visszatérést követően [41].

A postresuscitációs ellátás legfontosabb sajátosságait a 2. táblázat foglalja össze.

Következtetés

A túlélési lánc negyedik láncszemét a hatékony, emelt szintű újraélesztés és a megfelelő minőségű postresuscitációs ellátás jelentik. Emelt szintű újraélesztés során fontos annak eldöntése, hogy a beteg ritmusa sokkoldó vagy nem sokkoldó. Emellett nélkülözhetetlen a ke-

ringésmegállás okának tisztázása és mielőbbi kezelése, melyben nagy segítséget jelent a kapnográf és az ágy melletti ultrahangvizsgálat. A postresuscitációs ellátás során a beteg stabilizálása fontos az agy és a szív védelmére. A TTM továbbra is részét képezi ennek a kezelésnek, kérdés azonban, hogy hogyan alakul a jövője ennek a terápiás lehetőségnek.

Anyagi támogatás: A közlemény megírása és az ahhoz kapcsolódó munka anyagi támogatásban nem részesült.

Szerzői munkamegosztás: Sz. N. N.: Az anyag kidolgozása, szakirodalmi másodelemzés, a kézirat szövegezése. L. G.: A kézirat szakmai véleményezése. Z. E.: A szakirodalom másodelemzése, a kézirat szakmai véleményezése. K. E.: Az anyag kidolgozása, szakirodalmi másodelemzés, a kézirat szövegezése. A cikk végleges változatát minden szerző elolvasta és jóváhagyta.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Gräsner JT, Herlitz J, Tjelmeland IB, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 2021; 161: 61–79.
- [2] Semeraro F, Greif R, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: systems saving lives. *Resuscitation* 2021; 161: 80–97.
- [3] Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe – results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation* 2020; 148: 218–226.
- [4] Stiell IG, Wells GA, Field B, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2004; 351: 647–656.
- [5] Kurz MC, Schmicker RH, Leroux B, et al. Advanced vs. basic life support in the treatment of out-of-hospital cardiopulmonary arrest in the resuscitation outcomes consortium. *Resuscitation* 2018; 128: 132–137.
- [6] Soar J, Böttiger BW, Carli P, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: adult advanced life support. *Resuscitation* 2021; 161: 115–151.
- [7] Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Resuscitation* 2021; 161: 220–269. Erratum: *Resuscitation* 2021; 167: 109–110.
- [8] Gao C, Chen Y, Peng H, et al. Clinical evaluation of the AutoPulse automated chest compression device for out-of-hospital cardiac arrest in the northern district of Shanghai, China. *Arc Med Sci*. 2016; 12: 563–570.
- [9] Zhu N, Chen Q, Jiang Z, et al. A meta-analysis of the resuscitative effects of mechanical and manual chest compression in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Crit Care* 2019; 23: 100.
- [10] Lamhaut L, Hutin A. Looking at the force beyond the dark side of mechanical massage. *Eur Heart J*. 2017; 38: 3014–3016.
- [11] Koster RW, Walker RG, Chapman FW. Recurrent ventricular fibrillation during advanced life support care of patients with pre-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2008; 78: 252–257.
- [12] Walker RG, Koster RW, Sun C, et al. Defibrillation probability and impedance change between shocks during resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2009; 80: 773–777.
- [13] Hess EP, Russell JK, Liu PY, et al. A high peak current 150-J fixed-energy defibrillation protocol treats recurrent ventricular

- fibrillation (VF) as effectively as initial VF. *Resuscitation* 2008; 79: 28–33.
- [14] Stiell IG, Walker RG, Nesbitt LP, et al. BIPHASIC trial: A randomized comparison of fixed lower *versus* escalating higher energy levels for defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2007; 115: 1511–1517.
- [15] Olsen JA, Brunborg C, Steinberg M, et al. Survival to hospital discharge with biphasic fixed 360 joules *versus* 200 escalating to 360 joules defibrillation strategies in out-of-hospital cardiac arrest of presumed cardiac etiology. *Resuscitation* 2019; 136: 112–118.
- [16] Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, et al. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest. *Resuscitation* 2006; 71: 137–145.
- [17] Cheskes S, Schmicker RH, Christenson J, et al. Perishock pause: An independent predictor of survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest. *Circulation* 2011; 124: 58–66.
- [18] Cheskes S, Schmicker RH, Verbeek PR, et al. The impact of pre-shock pause on survival from out-of-hospital shockable cardiac arrest during the Resuscitation Outcomes Consortium PRIMED trial. *Resuscitation* 2014; 85: 336–342.
- [19] Sunde K, Eftestøl T, Askenberg C, et al. Quality assessment of defibrillation and advanced life support using data from the medical control module of the defibrillator. *Resuscitation* 1999; 41: 237–247.
- [20] Stiell IG, Nichol G, Leroux BG, et al. Early *versus* later rhythm analysis in patients with out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2011; 365: 787–797.
- [21] Bernhard M, Mohr S, Weigand MA, et al. Developing the skill of endotracheal intubation: implication for emergency medicine. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2012; 56: 164–171.
- [22] Vissers G, Soar J, Monsieurs KG. Ventilation rate in adults with a tracheal tube during cardiopulmonary resuscitation: a systematic review. *Resuscitation* 2017; 119: 5–12.
- [23] Cordoli RL, Brochard L, Suppan L, et al. How ventilation is delivered during cardiopulmonary resuscitation: an international survey. *Respir Care* 2018; 63: 1293–1301.
- [24] Levenbrown Y, Hossain MJ, Keith JP, et al. The effect of positive end-expiratory pressure on cardiac output and oxygen delivery during cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med Exp*. 2020; 8: 36.
- [25] Pokorná M, Nečas E, Kratochvíl J, et al. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) at the moment of return of spontaneous circulation. *J Emerg Med*. 2010; 38: 614–621.
- [26] Lui CT, Poon KM, Tsui KL. Abrupt rise of end tidal carbon dioxide level was a specific but non-sensitive marker of return of spontaneous circulation in patient with out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2016; 104: 53–58.
- [27] Lott C, Truhlár A, Alfonzo A, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* 2021; 161: 152–219. Erratum: *Resuscitation* 2021; 167: 91–92.
- [28] Sutton RM, French B, Meaney PA, et al. Physiologic monitoring of CPR quality during adult cardiac arrest: a propensity-matched cohort study. *Resuscitation* 2016; 106: 76–82.
- [29] Blanco P, Volpicelli G. Common pitfalls in point-of-care ultrasound: a practical guide for emergency and critical care physicians. *Crit Ultrasound J*. 2016; 8: 15.
- [30] Reynolds JC, Issa MS, Nicholson TC, et al. Prognostication with point-of-care echocardiography during cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation* 2020; 152: 56–68.
- [31] Elfwén L, Lagedal R, Rubertsson S, et al. Post-resuscitation myocardial dysfunction in out-of-hospital cardiac arrest patients randomized to immediate coronary angiography *versus* standard of care. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2020; 27: 100483.
- [32] Lemkes JS, Janssens GN, van der Hoeven NW, et al. Coronary angiography after cardiac arrest without ST-segment elevation. *N Engl J Med*. 2019; 380: 1397–1407.
- [33] Kovács E, Gyarmathy VA, Pilecky D, et al. An interaction effect analysis of thermodilution-guided hemodynamic optimization, patient condition, and mortality after successful cardiopulmonary resuscitation. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 5223.
- [34] Nolan JP, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 4: Adult advanced life support. *Resuscitation* 2005; 67(Suppl 1): S39–S86.
- [35] Bernard SA, Gray TW, Buist MD, et al. Treatment of comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest with induced hypothermia. *N Engl J Med*. 2002; 346: 557–563.
- [36] Hypothermia after Cardiac Arrest Study Group. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2002; 346: 549–556. Erratum: *N Engl J Med*. 2002; 346: 1756.
- [37] Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, et al. Targeted temperature management at 33°C *versus* 36°C after cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2013; 369: 2197–2206.
- [38] Lascarrou JB, Merdji H, le Gouge A, et al. Targeted temperature management for cardiac arrest with nonshockable rhythm. *N Engl J Med*. 2019; 381: 2327–2337.
- [39] Dankiewicz J, Cronberg T, Lilja G, et al. Hypothermia *versus* normothermia after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2021; 384: 2283–2294.
- [40] Sandroni C, Nolan JP, Andersen LW, et al. ERC-ESICM guidelines on temperature control after cardiac arrest in adults. *Intensive Care Med*. 2022; 48: 261–269.
- [41] Zima E. Target temperature in post-cardiac arrest complex intensive care. Arguments for mild therapeutic hypothermic treatment. [Célhőmérséklet a tartós újraélesztés utáni komplex intenzív kezelés során. Állásfoglalás az enyhe terápiás hypothermia mellett.] *Orv Hetil*. 2019; 160: 1840–1844.

(Kovács Enikő dr.,
 Budapest, Semmelweis Egyetem Pf. 2 1428
 e-mail: kovacs.eniko2@med.semmelweis-univ.hu)