

Elustamine vahelduvate rindkere ja kõhukoopa kompressioonidega

Dmitri Stepanov^{1,2}, Aleksander Sipria^{1,3,4}

Kardiopulmonaalne elustamine rindkere ja kõhukoopa vahelduvate kompressioonidega ehk IAC-CPR (*interposed abdominal compression cardiopulmonary resuscitation*) on elustamise meetodika, kus rakendatakse vahelduvat rindkere ja kõhukoopa kompressiooni. Sellel meetodil on erinevad potentsiaalsed hemodünaamilised eelised võrreldes standardse kardiopulmonaalse elustamisega. Kuigi see tehnika ei ole leidnud kohta tänapäevastes elustamise ravijuhendites, võiks teatud juhtudel IAC-CPRi-meetodi kasutamine olla näidustatud. Üheks selliseks on seisundid, kus rindkere ei lõõgastu kompressiooni järel, mistõttu kompressioon jääb hemodünaamika mõttes ebaefektiivseks. Meetodi rakendamise eelduseks on väljaõppinud personal ja elustamine haigla tingimustes. IAC-CPRi-meetodiga läbi viidud kliiniliste uuringute hulk on ebapiisav ning võimalikud kasutusnäidustused vajavad veel uurimist ja selgitamist.

Ootamatu südameseiskus on arenenud riikides peamine surmapõhjus (1). Euroopas registreeritakse ligi 700 000 surmaga lõppenud südameseiskuse juhtu aastas, kusjuures südamepatoloogia on surmapõhjuseks 50–78%-l juhtudest ja ainult 30–43%-l patsientidest on esmaseks fikseeritud rütmiks vatsakeste fibrillatsioon või vatsakeste pulsita tahhükardia. Asüstooliat ja pulsita elektrilist aktiivsust seostatakse halvema prognoosiga elu suhtes (2, 3).

Ameerika Ühendriikides tekib keskmiselt 395 000 haiglavälisest südameseiskust aastas ja positiivne elustamise tulemus saadakse ainult 5,5%-l juhtudest. Haiglates tekib aastas keskmiselt 200 000 südameseiskust, sellistest patsientidest õnnestub edukalt elustada vaid 24% (4).

Ajavahemikul 1999–2002 tehti Eestis väljaspool haiglat patsientidele, kellel südame äkksurm tekkis tunnistajate juuresolekul, 854 elustamiskatset. Nende patsientide elulemus haiglast väljakirjutamisel oli 10,7%, ühe aasta pärast 77% ja viie aasta pärast 64,3% (5, 6). Aastatel 1999–2013 tegid Eesti kiirabibrigaadid haiglaväliseid elustamiskatseid kokku 8586 patsiendile. Nendest 38,3%-l oli tõenäoliselt tegemist tunnistajate juuresolekul tekkinud südame äkksurmaga. Selles patsientide rühmas oli elulemus haiglast väljakirjutamisel 10,2%. Aastatel 1999–2003 oli elulemus 9,4%, ajavahemikul 2004–2008 oli see 7,9% ning paranes oluliselt aastatel 2009–2013, jõudes 13,8%-ni (7).

Euroopa nüüdisaegsete elustamise ravijuhendite järgi on elustamise valikmeetod varajaste standardsete elustamisvõtete – südame massaaži ja kunstliku ventilatsiooni – kasutamine ning kiire defibrillatsioon defibrilleeritava rütmihäire korral (8). Elustamise ravijuhendites puuduvad soovitusel, millist elustamise tehnikat kasutada olukorras, kus standardsed rindkere kompressiooni võtted ei taga piisavat perfusiooni, näiteks olukorras, kus kompressiooni järel deformeerunud rindkere ei võta endist kuju ja puudub võimalus rakendada aktiivset rindkere dekompresiooni.

Spontaanse tsirkulatsiooni ja peaaegu funktsiooni taastumiseks peab olema tagatud adekvaatne müokardi ja peaaegu perfusioon. Koerte elustamisel rindkere kompressioonidega ei saavutatud müokardi perfusiooni üle 35% loomulikust ning peaaegu verevool oli sellest veel madalam (9, 10). Inimuuringutes leiti, et standardne kardiopulmonaalne elustamine (CPR, *cardiopulmonary resuscitation*) tagab ainult 15–20% normaalsest müokardi perfusioonist ja 25–30% normaalsest aju perfusioonist (11–13). Seetõttu on otsitud standardse CPRi-tehnikale lisameetodid, mis tagaks müokardi ja peaaegu parema perfusiooni ning suurendaks elulemust.

IAC-CPR-I AJALUGU JA TOIMEMECHANISMID

Üheks võimaluseks parandada müokardi, aju ja teiste elundite perfusiooni on kardiopul-

Eesti Arst 2020; 99(7):419–425

Saabunud toimetusse: 19.12.2019
Avaldamiseks vastu võetud: 09.03.2020
Avaldatud internetis: 26.08.2020

¹ Tartu Kiirabi,
² Ida-Viru Keskhaigla anestezioloogia- ja intensiivravikliinik,
³ TÜ Kliinikumi anestezioloogia ja intensiivravi kliinik,
⁴ TÜ kliinilise meditsiini instituudi anestezioloogia ja intensiivravi kliinik

Kirjavahetajaautor:
Dmitri Stepanov
dmitristepanov94@gmail.com

Võtmesõnad:
elustamine, vahelduvad rindkere ja kõhukoopa kompressioonid, IAC-CPR, *interposed abdominal compression cardiopulmonary resuscitation*

monaalne elustamine rindkere ja kõhukoopa vahelduvate kompressioonidega – IAC-CPR (*interposed abdominal compression cardiopulmonary resuscitation*). IAC-CPR hõlmab kõiki tavalisi CPRi võtteid, kuid lisaks sellele rakendatakse rindkere dekompresiooni lõpus kompressiooni kõhu keskmisele osale. Teisisõnu, elustamise käigus kestab abdominaalne surve, kuni algab järjekordne rindkere kompressioon (14).

IAC-CPRi toime avastasid erinevate uurin-gute käigus sõltumatud uurimisrühmad (15). Üheks esimeseks publikatsiooniks oli Raltsoni ja kaasautorite uuring koortel, kus leiti, et regulaarsed kõhukoopa kompressioonid elustamise käigus suurendasid südame välju-tusmahtu ja tagasid aordis kõrgema diastoolse vererõhu (16). Hiljem on seda elustamise tehnikat uuritud arvuti- ja loomudelitel (16–24). Erinevad uurimisrühmad korraldasid ka mõned inimuuringud (13, 25–28). Eriti aktiivselt uuriti IAC-CPRi-meetodit eelmise sajandi üheksakümnendatel aastatel.

IAC-CPRi kasutamisel on täheldatud märkimisväärset verevoolu suurenemist ja vererõhu tõusu, mida võib seletada kahe mehhanismiga: kõhukoopale vajuta-misel surutakse kokku nii kõhuaort kui ka abdominaalne venoosne süsteem. Füsioloogiliselt toimub pärgarterite perfusioon südamesükli diastoolse faasis. Kõhukoopa kompressioon rindkere kokkusurumise järgses faasis tõstab aordis diastoolset rõhku ja südamelihase läbivoolutus suureneb (26). Rindkere kokkusurumisel täitub aort verega, sellele järgnev abdominaalne kompressioon põhjustab retrograadset verevoolu aordi abdominaal- ja torakaalosas vastu aordiklappi. Koos sellega suureneb aordis vererõhk ning seeläbi ka perfusioon pärgarterites, unearterites ja perifeerses arteriaalses süsteemis (15, 19, 29). Kõhu kompressiooni toime on sarnane aordis-ise balloompumbaga ehk kontrapulsaa-tori omaga (9, 14, 15, 18, 29, 30). Esimest korda ajaloos näitasid abdominaalse kont-rapulsatsiooni toimet koronaarsiinuse verevoolule Molokhia ja kaasautorid avatud rindkerega hobuseudelil, kus aordi vahelduvad manuaalsed kompressioonid otsese südamemassaaži tegemise ajal suurendasid verevoolu oluliselt (31). IAC-CPRi uuringu-test selgus, et selle meetodi kasutamisel kahekordistus pärgarterite perfusioon võrreldes sellega, mis saavutati ainult rind-kere kompressioonidega (32).

Kõhukoopa kompressioonid tehti rind-kere teises lõögastusfaasis ehk siis, kui oli taastunud rindkere füsioloogiline kuju. Esimeses lõögastusfaasis intratorakaalne rõhk langeb ja toimub pärgarterite perfu-sioon, rindkere kuju taastumise järel on verevool pärgarterites aga minimaalne ning sellel hetkel rakendataksegi survet kõhukoopale (19, 20).

Teiseks abdominaalsete kompressioonide toimemehhanismiks on rõhu avaldamine kõhukoopa venoossele süsteemile. Kõhu-koopa elundid sisaldavad ligi 25% vere kogu-mahust ning selle venoosse sängi rütmiline komprimeerimine võib tunduvalt suurenda verevoolu südame paremasse poolde (15, 19, 33). Babbsi teoreetilised tööd ning Sacki ja kaasautorite uuringud näitasid, et kõhukoopa kompressioonid võivad iseseis-valt genereerida verevoolu isegi rindkere kompressioonide puudumisel (9, 22).

IAC-CPR suurendab perifeerset vasku-laarset resistentsust sarnaselt adrenaliiniga, kusjuures IAC-CPRi eeliseks on see, et see ei toimu müokardi hapnikutarbe suurene-mise arvelt (9, 13, 30). Teadaolevalt tõstab adrenaliin arterioolide ja veenulite toonust, millega suureneb perifeerne vaskulaarne resistentsus ja paraneb parema südamepoole täitumine (9, 13, 30). Erinevalt adrenalii-nist saab IAC-CPRi katkestada kohe pärast spontaanse tsirkulatsiooni taastumist, et ära hoida suurenenud eelkoormuse negatiivne mõju eelneva elustamistegevu-sega nõrgestatud müokardile (9, 30, 34). Adrenaliiniga sarnase efekti saavutamine südamelihase hapnikutarbe suurenemiseta võib osutada oluliseks, eriti südamelihase infarkti läbi põdenud patsiendi elustamisel (2, 9). Lisaks rindkere kompressioonidele tõstab perifeerse vaskulaarse resistentsuse suurendamine pärgarterite perfusiooni rõhku, mis võib parandada elustamiskatse tulemust (35). Aju normaalsest verevoolust tagab adrenaliini ja IAC-CPRi kooskasuta-mine kuni 70% (9).

Aastatel 2000–2010 Ameerika Südame-ühingu avaldatud elustamise ravijuhendites (*American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, AHA CPR & ECC*) esitati IAC-CPRi tehnikat alternatiivse meetodina, mida võis kasutada elustamisel haigla tingimustes ja treenitud personali olemasolu korral (IIb klass: nõrk positiivne soovitus, mõõdukas tõendus põhisis).

Euroopa elustamisnõukogu (*European Resuscitation Council, ERC*) ravijuhendis mainiti IAC-CPRi kasutamist alternatiivse meetodina viimati 2005. aastal. 2015. aastal avaldatud ERC ja AHA elustamise ravijuhendites ei ole IAC-CPRi-tehnikat käsitletud (8, 36–40).

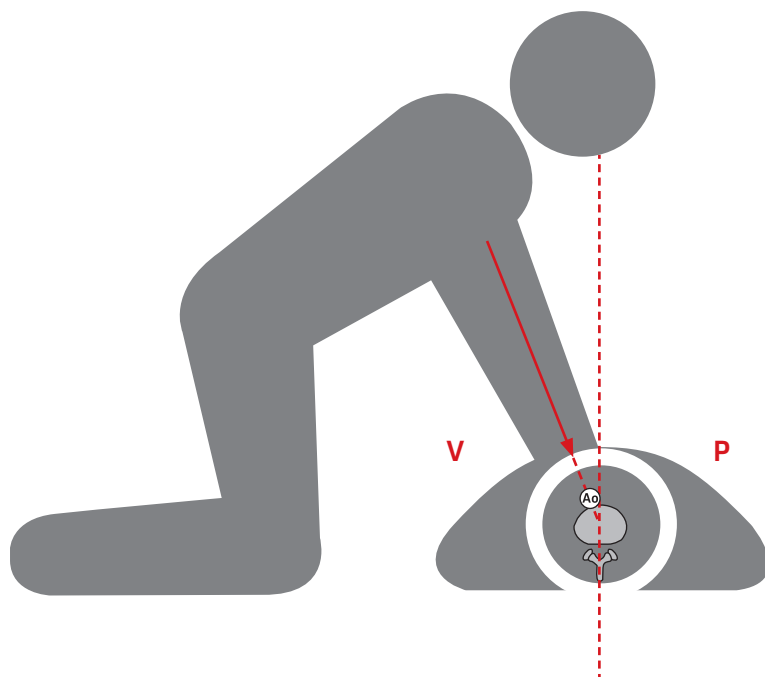
IAC-CPRI-TEHNIKA

IAC-CPRI-meetod ei ole iseseisev elustamisviis, vaid on standardsete elustamisvõtete ja ravi lisavõimalus, mis peab vastama elustamise tänapäevase ravijuhendi soovitudele. Selle meetodi kasutamisel osaleb kolm inimest, kellest üks tagab hingamise, teine rindkere kompressioonid ja kolmas kompressioonid kõhukoopale.

IAC-CPRI-tehnika kasutamisel tehakse kõhukoopa kompressioonid rindkere kompressioonide vahelisel ajal. Enne rindkere kompressiooni algust tuleb abdominaalne kompressioon alati katkestada, et vältida maksa vigastust (9, 15, 29, 30, 41–43). Ventilatsioonil maskiga toimub kompressioon kõhukoopale hingamispauside ajal, et vähendada õhu makku sattumise riski (44).

Parimad hemodünaamika näitajad saadi abdominaalsete kompressioonide tugevusel 120–150 mm Hg, samuti oli intraabdominaalsete elundite vigastamise risk sellise rõhu puhul minimaalne (15). Kõhukoopa kompressioonide tugevus ja sügavus olid sarnased abdominaalse aordi palpeerimisega patsiendi füüsilise uurimise ajal (14, 29, 43).

Anatoomiliselt asub kõhuaordi bifurkatsioon mõni sentimeeter nabast kaudaalsel ja kõhuaort paikneb umbes 1 cm keskjoonest vasemal. Abdominaalse kontrapulsatsiooni maksimaalse efekti saavutamiseks tuleb kõhukoopa kompressioonid teha *processus xiphoideus*'e ja naba vahelisel joonel selle alumises ja keskmises kolmandikus. Kompressioonid selle joone ülemisele kolmandikule suurendavad maksa vasaku sagara ja kõhunäärme pea vigastamise riski, kuna need elundid paiknevad *processus xiphoideus*'e tasandil. Täiskasvanutel on ohutu piirkond abdominaalsete kompressioonide rakendamiseks keskmiselt 8–9 cm nabast kraniaalsel, mis on piisav käte paigutamiseks (29, 30, 43). Soolelingud liiguvad kõhukoopas teiste elunditega võrreldes tunduvalt vabamalt ja seetõttu on nende traumeerimine vähe tõenäoline (29, 43).



Joonis 1. Kõhukoopa kompressioone tegeva isiku kehaasend, patsiendi kõhuaort ja lülisamm. Kompressiooni tegija vajutab patsiendi kõhukoopale vasakult, asetades oma käed *processus xiphoideus*'e ja naba vahelise kokkuleppelise joone alumisele ja keskmisele kolmandikule ning sellest joonest 3 cm vasemale. Kompressiooni tegija lõug peab paiknema patsiendi naba suhtes perpendikulaarselt ja kompressioonid kõhule tehakse 11-kraadise nurga all.

Kõhukoopa kompressioonil surutakse aort mehaaniliselt vastu lülisammast. Optimaalne rõhk aordi maksimaalse kokkusurumise tagamiseks saavutatakse kõhukoopale vajutamisega vasakult poolt. IAC-tehnika rakendamisel asetab kompressiooni tegija oma käed *processus xiphoideus*'e ja naba vahelise joone alumisele ja keskmisele kolmandikule, sellest joonest umbes 3 (2,7–4,1) cm vasemale ning kummardub ettepoole nii, et lõug jääb patsiendi naba suhtes perpendikulaarsele joonele. Selles asendis vajutab ta kõhule umbes 11-kraadise nurga all, mis tagab rõhu täpselt aordi kohal ja põhjustab aordivalendiku maksimaalse lamenumise (21, 29, 43). Kompressiooni tegija kehaasend IAC rakendamisel on esitatud joonisel 1.

IAC-CPR JA ABDOMINAALNE TRAUMA

IAC-CPRI-meetodi leiutamise järel levis arvamus, et IAC-CPR suurendab patsiendi kõhukoopaelundite vigastamise riski ning hoolimata eelistest on see meetod ohtlik ja võib halvendada elustamise lõpptulemust.

Uuringus, mis tehti koeramudelil 1967. aastal, katsetati erinevaid CPRi-meetodeid spontaanse tsirkulatsiooni taastumise parandamiseks ja üheks katseks oli CPR koos samal ajal pideva rõhu avaldamisega ülakõhule. Selle meetodi rakendamisel selgus, et katseloomadel paranes küll elustamise ajal verevool unearterites, kuid lahingul leiti kahel koeral kuuest maksarebend (41).

Erinevalt IAC-CPRi-meetodist võib katkematu rõhu avaldamine kõhukoopale suure tõenäosusega põhjustada maksa vigastamist, kuna suurenenud kõhukoopasisene rõhk nihutab vahelihast ja maksa rindkereõnde. Rindkere kompressioonil ei lasku püsivalt kõrge intraabdominaalse rõhu tõttu maks tagasi kõhuõnde ning see suurendab maksa vigastamise riski. Maksa vigastus võib tekkida seetõttu, et rindkere kokkusurumisel paikneb see rinnaku, roiete ja lülisamba vahel. Selline tüsistus võib põhjustada verejooksu peritoneaalõnde, mis halvendab oluliselt patsiendi ellujäämise võimalust (13, 29, 30, 43).

IAC-CPRi korral tehakse abdominaalseid kompressioone ainult sellel ajal, kui rõhu avaldamine rindkerele on lõpetatud ehk rindkere on kompressioonijärgses lõõgastusfaasis. Sel puhul säilib kõhukoopa kompressiooni positiivne efekt, kuid vahelihas ja maks saavad liikuda järgneva rindkere kompressiooni ajaks taas kõhukoopasse, vältides maksa kinnijäämist rinnaku ja lülisamba vahele (29, 30, 43). Siiani on dokumenteeritud ainult üks abdominaalse trauma juhtum, kus lapse elustamisel IAC-CPRi-meetodiga vigastati kõhunääret, mille tagajärjel tekkis traumaatiline pankreatiit (45).

IAC-CPR VÕRDLUSES STANDARDSE ELUSTAMISTEHNIKAGA

Mitmetes inimuuringutes ja loomkatsetes on võrreldud IAC-CPRi-meetodit standardsete elustamisvõtetega. IAC-CPRi puhul tõuseb diastoolne vererõhk aordis, suureneb venoosne tagasivool paremasse südame poolde, paraneb pärgarterite perfusiooni rõhk ja verevool elutähtsates elundites. See tähendab, et selle meetodi kasutamisel on elustamistegevus efektiivsem ja patsiendil spontaanse tsirkulatsiooni taastumise tõenäosus suurem (13, 16, 18–21, 23–28, 46, 47).

Wardi ja kaasautorite kliinilises uuringus leiti, et IAC-CPRi rakendamisel suureneb

EtCO₂ (*end-tidal CO₂*, süsihappegaasi sisaldus väljahingamise faasi lõpus) 70% võrra, mis kaudselt näitab südame väljutusmahu kasvu. EtCO₂ järgi saab kaudselt hinnata venoosse tagasivoolu mahtu paremasse südameossa ja elustamisvõtete efektiivsust (27, 48).

Hiljutises IAC-CPRi uuringus leidsid Zhang ja Karemaker arvutimudelil, et kõhukoopa kompressioonil suureneb kopsukapillaarides rõhk, mistõttu autorid oletasid, et IAC-CPR võib põhjustada patsiendil kopsuturset (18). Selles uuringus kasutati arvutimudelit, mille oli välja töötanud Babbs, kes samuti ei välistanud sellist tüsistust, kuid mudelist ei selgunud, kui pikalt tuleb IAC-CPRi rakendada, et tekkiks kliiniliselt oluline kopsuturse (17).

Uuringutes, sh haiglasiseses juhuslikustatud uuringutes, on võrreldud spontaanse tsirkulatsiooni taastumise sagedust IAC-CPRi ja standardsete kardiopulmonaalse elustamise võtete (STD-CPR) kasutamisel. Sack ja kaasautorid korraldasid uuringu, mille eesmärk oli võrrelda spontaanse tsirkulatsiooni taastumise sagedust haiglasiseses südameseiskusega haigetel, kellele rakendati STD-CPRi või IAC-CPRi. Samas uuringus hinnati edukalt elustatud patsientide neuroloogilist staatust kuni haiglast väljakirjutamiseni. Selgus, et IAC-CPRi-meetodiga elustatud patsientidel oli spontaanse tsirkulatsiooni taastumise tõenäosus suurem ning selles rühmas oli rohkem patsiente, kel oli kesknärvisüsteemi funktsioon haiglast väljakirjutamisel säilinud (28).

Teises kliinilises juhuslikustatud uuringus võrreldi STD-CPRi ja IAC-CPRi elustamismeetodeid patsientidel, kellel esmaseks südameseiskuse rütmiks oli asüstoolia või pulsita elektriline aktiivsus, mille puhul on ellujäämise võimalus halvem kui defibrilleeritava rütmihäire korral. Ka selles uuringus andis IAC-CPRi-meetod paremaid tulemusi (13).

Need uuringud avaldati aastatel 1989–1992, kui elustamise ravijuhendid erinesid praegustest rindkerekompressioonide arvu poolest (80–100 korda minutis varasemal ajal ja 100–120 korda minutis tänapäeval). Seetõttu on nimetatud uuringute tõlgendamine raskendatud (8). Movahedi ja kaasautorid avaldasid 2016. aastal tulemused uuringu kohta, kus oli rakendatud tänapäevaseid elustamisvõtteid 80 patsiendil ning uuritud IAC-CPRi ja STD-CPRi rakendamise tulemusi. Uuring ei näidanud statistiliselt

olulist erinevust kasutatud meetodite vahel (26). Eelmainitud kliiniliste uuringute tulemused on esitatud tabelis 1.

Mitu uuringut on tehtud ka seamudelil, kus rindkere ja pärgarterite anatoomia meenutab kõige rohkem inimese oma. Lindner ja kaasautorid uurisid STD-CPRi ja IAC-CPRi efekti südameseiskusele, mis oli tingitud vatsakeste fibrillatsioonist või asfüksiasst. Uuring näitas, et sellistel tingimustel osutus standardse elustamise tehnika ebaefektiivseks, kuid IAC-CPRi-meetodi kasutamisega taastus kõigil 14 loomal spontaanne tsirkulatsioon (19). Xavier ja kaasautorid võrdlesid seamudelil kaht erinevat IAC-CPRi viisi standardsete elustamisvõtetega. Nende meetodite kasutamisel ei leitud olulist statistilist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumisel ja 24 tunni elulemusel (23). Georgiou ja kaasautorite uuringus 2016. aastast võrreldi

IAC-CPRi ja STD-CPRi rakendamise tulemusi vatsakeste fibrillatsiooniga seamudelil, kus samuti ei täheldatud statistilist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumises ja 48 tunni elulemuses (24). Eelmainitud uuringute tulemused on esitatud tabelis 2.

Tõenäoliselt ei hakka IAC-CPRi-tehnika asendama standardseid kardiopulmonaal-seid elustamisvõtteid, kuid oluline oleks leida selle meetodi kasutamise spetsiifilised näidustused. Selleks tuleb aga teha rohkem kliinilisi uuringuid, rakendades täpsemaid meetodeid, mis võimaldaks hinnata elustamise ajal perfusiooni elutähtsates elundites. See võimaldaks otsustada, millal on otstarbekas rakendada alternatiivset tehnikat. Võimalik, et IAC-CPRi kasutamist võiks kaaluda juhtudel, kus patsiendil esineb rindkere deformatsioon, näiteks tünnikujuline rindkere kroonilise obstruktiivse kopsuhai-guse korral või rindkere trauma puhul, mis

Tabel 1. Vahelduvate rindkere ja kõhukoopa kompressioonidega haiglasisesse elustamise juhuslikustatud kliinilised inimuuringud

Juhuslikustatud kliinilised uuringud (haiglasine südameseiskus)				
Taaselustamise viis	ROSC ¹	24 tunni elulemus	EtCO ₂ ² (mm Hg ³)	Elulemus haiglast väljakirjutamiseni säilinud kesknärvisüsteemi funktsiooniga
Ward jt (27)				
STD-CPR ⁴	3/17 (18%)	–	10 ± 1,0	0/17 (0%)
IAC-CPR ⁵	6/16 (38%)	–	17 ± 1,5	1/16 (6%)
Statistiliselt olulist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumises ei esinenud (p = 0,07). Esineb statistiliselt oluline erinevus EtCO ₂ näitajas (p < 0,001).				
Movahedi jt (26)				
STD-CPR	21/40 (52,5%)	15/40 (37,5%)	16,6 ± 11,1	–
IAC-CPR	24/40 (60%)	15/40 (37,5%)	22,9 ± 12,9	–
Statistiliselt olulist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumises ja 24 tunni elulemuses ei esinenud (p > 0,50). Esineb statistiliselt oluline erinevus EtCO ₂ näitajas (p < 0,03).				
Sack jt (13). Esmaseks rütmiks asüstoolia või pulsita elektriline aktiivsus				
STD-CPR	21/76 (28%)	10/76 (13%)	–	–
IAC-CPR	33/67 (49%)	22/67 (33%)	–	–
Statistiliselt oluline erinevus spontaanse tsirkulatsiooni taastumises (p = 0,01) ja 24 tunni elulemuses (p = 0,009).				
Sack jt (28)				
STD-CPR	14/55 (26%)	7/55 (14%)	–	3/55 (6%)
IAC-CPR	29/48 (53%)	16/48 (32%)	–	8/48 (17%)
Statistiliselt oluline erinevus spontaanse tsirkulatsiooni taastumises (p < 0,001). Säilinud kesknärvisüsteemi funktsiooni osas statistilist erinevust ei esinenud.				

¹ Spontaanse tsirkulatsiooni taastumine (*Recovery of Spontaneous Circulation*).

² Süsihappegaasi osarõhk väljahingatavas õhus.

³ Millimeetrid elavhõbedasammast.

⁴ Standardne taaselustamise viis.

⁵ Standardne taaselustamise viis koos vahelduvate kõhukoopa kompressioonidega.

on tekkinud pikaajaliste elustamise tagajärjel. Ühes 2015. aastal avaldatud haigusjuhu kirjelduses kasutati IAC-CPRi-meetodit 79aastasel naispatsiendil, kel oli krooniline obstruktiivne kopsuhaigus, asüstoolia ja rindkere deformatsioon, mis oli tekkinud jätkuva pikaajalise standardse elustamise tagajärjel. Rindkere kompressioonid ei taganud palpeeritavat tsentraalset pulssi. Rindkere eesseina hindamisel selgus, et see ei lõõgastu kompressioonide järel, mistõttu rakendati IAC-CPRi-meetodit. Sellega muutus tsentraalne pulss palpeeritavaks ja tekkis vatsakeste fibrillatsioon, seejärel patsient elustati edukalt defibrillatsiooniga ja kirjutati haiglast välja täielikult kahjustamata kesknärvisüsteemiga (25).

KOKKUVÕTE

IAC-CPR on elustamise meetod, kus rakendatakse vahelduvat rindkere ja kõhukoopa kompressiooni ning millel on erinevad potentsiaalsed hemodünaamilised eelised võrreldes standardse kardiopulmonaalse elustamisega. Kuigi see tehnika ei ole leidnud kohta tänapäevastes elustamise ravijuhendites, võib arvata, et teatud juhtudel võiks IAC-CPRi-meetodi kasutamine olla

näidustatud. Üheks selliseks on seisundid, kus rindkere kompressiooni järel ei lõõgastu, mistõttu kompressioon jääb hemodünaamika mõttes ebaefektiivseks. Meetodi rakendamise eelduseks on väljaõppinud personal ja elustamine haigla tingimustes. IAC-CPRi-meetodiga korraldatud kliiniliste uuringute hulk on ebapiisav ning võimalikud kasutusnäidustused vajavad veel uurimist ja selgitamist.

VÕIMALIKU HUVIKONFLIKTI DEKLARATSIOON

Autoritel puudub huvikonflikt seoses käsitletud teemaga.

SUMMARY

Resuscitation with interposed chest and abdominal compression

Dmitri Stepanov^{1,2}, Aleksander Sipria^{1,3,4}

IAC-CPR is a resuscitation technique, including not only chest but also abdominal compressions, which has potentially different haemodynamic advantages. Despite the fact that the resuscitation guidelines 2015 provides no recommendation regarding IAC-CPR, the technique

¹ The Tartu Ambulance Foundation, Tartu, Estonia,
² Anesthesiology and Intensive Care Clinic, Ida-Viru Central Hospital, Kohtla-Järve, Estonia,
³ Anaesthesiology and Intensive Care Clinic, Tartu University Hospital, Tartu, Estonia,
⁴ University of Tartu, Anesthesiology and Intensive Care Clinic, Institute of Clinical Medicine, Tartu, Estonia

Correspondence to:
 Dmitri Stepanov
 dmitristepanov94@gmail.com

Keywords:
 resuscitation, interposed chest and abdominal compression (IAC-CPR)

Tabel 2. Vahelduvate rindkere ja kõhukoopa kompressioonidega elustamise uuringud seamudelil

Uuringud seamudelil				
Südameseiskuse vorm	Taaselustamise viis	ROSC ¹	24 tunni elulemus	48 tunni elulemus
Lindner jt (19)				
VF ²	STD-CPR ³	0/7 (0%)	–	–
	IAC-CPR ⁴	7/7 (100%)	–	–
Asfüksia	STD-CPR	0/7 (0%)	–	–
	IAC-CPR	7/7 (100%)	–	–
Statistiliselt oluline erinevus VFi ja asfüksia rühmades (p < 0,05).				
Georgiou jt (24)				
VF	STD-CPR	6/10 (60%)	–	6/10 (60%)
	IAC-CPR	9/10 (90%)	–	9/10 (90%)
Statistiliselt olulist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumises ja 48 tunni elulemuses ei esinenud (p = 0,121).				
Xavier jt (23)				
VF	STD-CPR	9/10 (90%)	7/10 (70%)	–
	2 IAC-CPR meetodit kokku	17/20 (85%)	16/20 (80%)	–
Statistiliselt olulist erinevust spontaanse tsirkulatsiooni taastumises ja 24 tunni elulemuses ei esinenud.				

¹ Spontaanse tsirkulatsiooni taastumine (*Recovery of Spontaneous Circulation*).

² Vatsakeste fibrillatsioon.

³ Standardne taaselustamise viis.

⁴ Standardne taaselustamise viis koos vahelduvate kõhukoopa kompressioonidega.

might be useful in some cases. For example, during cardiac arrest resuscitation in a hospital environment, when carried out by a trained personnel, in absence of chest recoil after compression. Currently there is an insufficient amount of clinical data to back its routine use.

KIRJANDUS / REFERENCES

1. Ornato JP, Peberdy MA. Cardiopulmonary resuscitation. Berlin: Springer Science & Business Media; 2007.
2. Xanthos T, Bassiakou E, Dontas I, et al. Abdominal compressions do not achieve similar survival rates compared with chest compressions: an experimental study. *Am J Emerg Med* 2011;29:665–9.
3. International Liaison Committee on Resuscitation. 2005 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. Part 1: introduction. *Resuscitation* 2005;67:181–6.
4. Institute of Medicine. Strategies to improve cardiac arrest survival: a time to act. Washington, DC: The National Academies Press; 2015.
5. Sipria A, Novak V, Veber A, Popov A, Reinhard V, Slavin G. Out-of-hospital resuscitation in Estonia: a bystander-witnessed sudden cardiac arrest. *Eur J Emerg Med* 2006;13:14–20.
6. Reinhard V, Pärna K, Lang K, Pisarev H, Sipria A, Starkopf J. Long-term outcome of bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest in Estonia from 1999 to 2002. *Resuscitation* 2009;80:73–8.
7. Sipria A, Kirsimägi Ü, Popov A, Veber A. Taaselustamine haiglaväliselt tekkinud südame äkksurmast. *Tulemused Eestis aastatel 1999–2013*. *Eesti Arst* 2016;95:428–36.
8. Bossaert LL, Perkins GD, Askitopoulou H, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015. *Resuscitation* 2015;95:302–11.
9. Sack JB, Kesselbrenner MB. Hemodynamics, survival benefits, and complications of interposed abdominal compression during cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med* 1994;1:490–97.
10. Voorhees WD, Babbs CE, Tacker WA. Regional blood flow during cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Crit Care Med* 1980;8:134–6.
11. Ditchey RV, Winkler JV, Rhodes CA. Relative lack of coronary blood flow during closed-chest resuscitation in dogs. *Circulation* 1982;66:297–302.
12. Rudikoff MT, Maughan WL, Efron M, et al. Mechanisms of blood flow during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1980;61:345–52.
13. Sack JB, Kesselbrenner MB, Jarrad A. Interposed abdominal compression–cardiopulmonary resuscitation and resuscitation outcome during asystole and electromechanical dissociation. *Circulation* 1992;86:1692–700.
14. Babbs CF. Interposed abdominal compression CPR: a comprehensive evidence based review. *Resuscitation* 2003;59:71–82.
15. Babbs CF. Interposed abdominal compression–CPR: a case study in cardiac arrest research. *Ann Emerg Med* 1993;22:24–32.
16. Ralston SH, Babbs CF, Niebauer MJ. Cardiopulmonary resuscitation with interposed abdominal compression in dogs. *Anesth Analg* 1982;61:645–51.
17. Babbs CF. Design of near-optimal waveforms for chest and abdominal compression and decompression in CPR using computer-simulated evolution. *Resuscitation* 2006;68:277–93.
18. Zhang Y, Karemaker JM. Abdominal counter pressure in cpr: what about the lungs? An in silico study. *Resuscitation* 2012;83:1271–6.
19. Lindner KH, Ahnefeld FW, Bowdler IM. Cardiopulmonary resuscitation with interposed abdominal compression after asphyxial or fibrillatory cardiac arrest in pigs. *Anesthesiology* 1990;72:675–81.
20. Bellamy RF, DeGuzman LR, Pedersen DC. Coronary blood flow during cardiopulmonary resuscitation in swine. *Circulation* 1984;69:174–80.
21. Xanthos T, Lelovas P, Vlachos I, et al. Cardiopulmonary arrest and resuscitation in Landrace/Large White swine: a research model. *Laboratory Animals* 2007;41:353–62.
22. Babbs CF, Ralston SH, Geddes LA. Theoretical advantages of abdominal counterpulsation in CPR as demonstrated in a simple electrical model of the circulation. *Ann Emerg Med* 1984;13:660–71.
23. Xavier L, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Ewy GA. Comparison of standard CPR versus diffuse and stacked hand position interposed abdominal compression–CPR in a swine model. *Resuscitation* 2003;59:337–44.
24. Georgiou M, Papathanassoglou E, Middleton N, Papalois A, Xanthos T. Combination of chest compressions and interposed abdominal compressions in a swine model of ventricular fibrillation. *Am J Emerg Med* 2016;34:968–74.
25. McClung CD, Anshus AJ. Interposed abdominal compression CPR for an out-of-hospital cardiac arrest victim failing traditional CPR. *West J Emerg Med* 2015;16:690–92.
26. Movahedi A, Mirhafez SR, Behnam-Voshani H, et al. A comparison of the effect of interposed abdominal compression cardiopulmonary resuscitation and standard cardiopulmonary resuscitation methods on end-tidal CO2 and the return of spontaneous circulation following cardiac arrest: a clinical trial. *Acad Emerg Med* 2016;23:448–54.
27. Ward KR, Sullivan R J, Zelenak RR, et al. A comparison of interposed abdominal compression CPR and standard CPR by monitoring end-tidal PCO2. *Ann Emerg Med* 1989;18:831–7.
28. Sack JB, Kesselbrenner MB, Bregman D. Survival from in-hospital cardiac arrest with interposed abdominal counterpulsation during cardiopulmonary resuscitation. *J Am Med Assoc* 1992;267:379–85.
29. Babbs CF. Interposed abdominal compression–cardiopulmonary resuscitation: are we missing the mark in clinical trials? *Am Heart J* 1993;126:1035–41.
30. Babbs CF, Sack JB, Kern KB. Interposed abdominal compression as an adjunct to cardiopulmonary resuscitation. *Am Heart J* 1994;127:412–21.
31. Molokhia FA, Ponn RB, Robinson WJ, Asimacopoulos PJ, Norman JC. A method of augmenting coronary perfusion during internal cardiac massage. *Chest* 1972;62:610–13.
32. Howard M, Carrubba C, Foss F, et al. Interposed abdominal compression–CPR: its effects on parameters of coronary perfusion in human subjects. *Ann Emerg Med* 1987;16:253–9.
33. Geddes LA, Rundell A, Lottes A, Kemeny A, Otlewski M. A new cardiopulmonary resuscitation method using only rhythmic abdominal compression: a preliminary report. *Am J Emerg Med* 2007;25:786–90.
34. Livesay JJ, Follette DM, Fey KH, et al. Optimizing myocardial supply/demand balance with alpha-adrenergic drugs during cardiopulmonary resuscitation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;76:244–51.
35. Paradis NA, Martin GB, Rosenberg J, et al. The effect of standard- and high-dose epinephrine on coronary perfusion pressure during prolonged cardiopulmonary resuscitation. *JAMA* 1991;265:1139–44.
36. Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. Part 6: advanced cardiovascular life support: section 7: algorithm approach to ACLS emergencies: section 7A: principles and practice of ACLS. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 2000;102:136–9.
37. ECC Committee, Subcommittees and Task Forces of the American Heart Association. 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2005;112:IV1–203.
38. Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, et al. Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:720–8.
39. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2010 section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2010;81:1305–52.
40. Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, et al. Part 7: adult advanced cardiovascular life support: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2015;132:444–64.
41. Harris LC, Jr, Kiriimi B, Safar P. Augmentation of artificial circulation during cardiopulmonary resuscitation. *Anesthesiology* 1967;28:730–4.
42. Birch LH, Kenney LJ, Doornbos F, Kosht DW, Barkalow CE. A study of external cardiac compression. *J Mich State Med Soc* 1962;61:1346–52.
43. Babbs CF. The evolution of abdominal compression in cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med* 1994;1:469–77.
44. Babbs CF, Schocolein WE, Lowe MW. Gastric insufflation during IAC–CPR and standard CPR in a canine model. *Am J Emerg Med* 1985;3:99–103.
45. Waldman PJ, Walters BL, Grunau CF. Pancreatic injury associated with interposed abdominal compressions in pediatric cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med* 1984;2:510–12.
46. Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, et al. Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:720–8.
47. Neumar RW, Otto CW, Link MS, et al. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:729–67.
48. Babbs CF. Simplified meta-analysis of clinical trials in resuscitation. *Resuscitation* 2003;57:245–55.