

European Resuscitation Council Guidelines 2021:

Kapitel 4 – Basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter

Theresa M Olasveengen^A, Federico Semeraro^B, Giuseppe Ristagno^C, Maaret Castren^D, Anthony Handley^E, Artem Kuzovlev^F, Koenraad G Monsieurs^G, Violetta Raffay^H, Michael Smyth^I, Jasmeet Soar^J, Hildigunnur Svavarsdottir^K, Gavin D Perkins^L

Denne danske oversættelse er sket i regi af Dansk Råd for Genoplivning (DRG), som er en del af det Europæiske Råd for Genoplivning (ERC) og efter aftale med ERC.

- I den danske oversættelse er der lagt vægt på at anvende de termer, der videnskabeligt og medicinsk ligger tættest på sproget i de europæiske guidelines.
- Dansk Råd for Genoplivning anser det for vigtigt at være tro mod guidelines og har prioriteret dette højt med et samtidigt blik for at tilpasse anbefalingerne til danske forhold og gøre sproget så flydende som muligt.

Resumé

Europæisk Råd for Genoplivning (ERC) har udarbejdet disse guidelines for basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter, som er baseret på International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation Science with Treatment Recommendations fra 2020. Guidelines inkluderer emnerne erkendelse af hjertestop, alarmering, hjertemassage, kunstigt åndedræt, brug af en hjertestarter (også kaldet automatisk ekstern defibrillator (AED)), måling af hjertelungeredning (HLR)-kvalitet, nye teknologier, sikkerhed samt frigørelse af fremmedlegemer fra luftvejen.

Introduktion og afgrænsning

Guidelines er baseret på International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) Consensus on Science and Treatment Recommendations (CoSTR) fra 2020 for basal genoplivning.¹ Som supplement til disse guidelines har ERC's skrivegruppe for basal genoplivning gennemgået litteraturen med fokus på de emner indenfor basal genoplivning, der ikke blev gennemgået i ILCOR's CoSTR fra 2020. Der, hvor det var nødvendigt, er guidelines suppleret af konsensus blandt eksperterne i skrivegruppen. BLS-skrivegruppen prioriterede sammenhæng med tidligere retningslinjer for at opbygge tillid og tilskynde flere mennesker til at handle, når en hjertestop opstår. Manglende erkendelse af hjertestop er fortsat en barriere for at redde flere liv. Terminologien, der er brugt i ILCOR CoSTR, er at starte hjertelungeredning (HLR), hvis en person er "bevidstløs uden normal vejrtrækning". Denne terminologi er inkluderet i guidelines 2021 for basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter. De, som lærer eller giver HLR, skal mindes om, at langsom, besværet vejrtrækning (agonal vejrtrækning) skal betragtes som et tegn på hjertestop. Stabilt sideleje er inkluderet i kapitel 8 om førstehjælp i ERC's guidelines 2021. Guidelines om førstehjælp fremhæver, at stabilt sideleje kun skal bruges ved voksne og børn med nedsat bevidsthedsniveau på grund af medicinsk sygdom eller ikke-fysisk traume. Guidelines

understreger, at det kun skal bruges ved personer, der IKKE opfylder kriterierne for at starte kunstigt åndedræt og hjertemassage (HLR). Alle, der lægges i stabilt sideleje, skal have vejtrækningen monitoreret regelmæssigt. Hvis vejtrækningen på noget tidspunkt stopper eller bliver unormal, læg dem tilbage på ryggen, og start hjertemassage. Endelig er evidens om behandling af fremmedlegeme i luftvejen grundigt opdateret, men behandlingsalgoritmen forbliver den samme.

ERC har også udarbejdet guidelines for genoplivning af personer med coronavirus (COVID-19),² baseret på ILCOR's CoSTR og et systematisk *review*.^{3,4} Vores viden om den optimale behandling af personer med COVID-19 og risikoen for virusoverførsel og smitte af lægfolk, der udfører hjertelungeredning (HLR), er mangelfuld og i konstant udvikling. Følg venligst ERC's og de nationale guidelines jævnligt for de senest opdaterede anbefalinger for både behandling og forholdsregler til lægfolk.

Guidelines blev udarbejdet og godkendt af medlemmerne i skrivegruppen for basal genoplivning. Metoden for udvikling af guidelines er beskrevet i kapitel 1 Executive Summary. Guidelines har været tilgængelige for offentlig kommentering i oktober 2020. Tilbagemeldingerne er gennemgået af skrivegruppen og guidelines er opdateret, hvor det var relevant. Guidelines var præsenteret og godkendt på ERC's generalforsamling den 10. december 2020.

Hovedbudskaber fra dette kapitel er vist i figur 1.



Figur 1: Hovedbudskaber for basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter



Kortfattet retningslinje for klinisk praksis

Algoritmen for basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter er vist i figur 2, og basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter trin for trin findes i figur 3.



Figur 2: Algoritmen for basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter

Erkendelse af hjertestop

- Start HLR hos en bevidstløs person uden normal vejtrækning.
- Langsom, besværet vejtrækning (agonal vejtrækning) skal betragtes som et tegn på hjertestop.
- En kort periode med anfaldslignende bevægelser kan forekomme i starten af hjertestop. Kortvarige krampe-lignende bevægelser kan ses i begyndelsen af et hjertestop. Undersøg personen efter kramperne er ophørt: Start HLR, hvis personen er bevidstløs uden normal vejtrækning.

Alarmering af 1-1-2

- Ring 1-1-2, hvis personen er bevidstløs uden normal vejtrækning.
- Er førstehjælperen alene og har en mobiltelefon, skal vedkommende ringe 1-1-2, sætte telefonen på højttaler eller anden håndfri løsning og straks starte HLR vejledt af den sundhedsfaglige visitator (dispatcher).



- Er du alene, og er du nødt til at forlade personen for at ringe 1-1-2, skal du gøre dét først og så starte HLR.

Hjertemassage af høj kvalitet

- Start hjertemassage så hurtigt som muligt.
- Giv hjertemassage på den nederste halvdel af brystbenet (på midten af brystkassen).
- Giv hjertemassage med en dybde på mindst 5 cm, men ikke mere end 6 cm.
- Giv hjertemassage med en frekvens på 100-120 tryk i minuttet og minimér afbrydelser.
- Efter hvert tryk, let trykket helt uden at miste kontakten mellem dine hænder og personens brystkasse.
- Giv hjertemassage på et hårdt underlag, hvis det er muligt.

Indblæsninger

- Giv skiftevis 30 tryk og 2 indblæsninger.
- Hvis du ikke er i stand til at give indblæsninger: Giv kun hjertemassage.

Hjertestarter

Hvordan findes en hjertestarter

- Placeringen af en hjertestarter skal være tydeligt markeret. I Danmark vil 1-1-2 informere om, hvor den nærmeste hjertestarter findes og evt. tilkalde en frivillig førstehjælper til at hente den. Placering og tilgængelighed af alle offentligt tilgængelige hjertestartere i Danmark findes på www.hjertestarter.dk.

Hvornår og hvordan bruges en hjertestarter

- Tænd hjertestarteren straks, hvis den er tilgængelig på stedet, eller så snart den kommer frem.
- Påsæt pads på personens bare brystkasse som vist på hjertestarteren eller vist på pads.
- Hvis der er mere end én førstehjælper til stede, skal HLR fortsættes, mens pads påsættes.
- Følg hjertestarterens verbale (og/eller visuelle) instruktioner.
- Sørg for, at ingen rører ved personen, mens hjertestarteren analyserer hjerterytmen.
- Hvis stød anbefales: Sørg for at ingen rører ved personen. Tryk på stødknappen som anvist af hjertestarteren. Fortsæt straks HLR med 30 tryk.
- Hvis stød ikke anbefales; Fortsæt straks HLR med 30 tryk.



- I begge tilfælde, fortsæt HLR som angivet af hjertestarteren. Efter en periode med HLR (typisk 2 minutter), vil hjertestarteren bede dig om at stoppe HLR for at foretage en ny analyse af hjerterytmen.

Hjertemassage før defibrillering

- Fortsæt HLR ind til hjertestarteren er fremme, tændt og påsat personen.
- Forsink ikke defibrillering. Stop HLR, så snart hjertestarteren er klar.

Fuldautomatiske hjertestartere

- Hvis stød anbefales, er fuldautomatiske hjertestartere designet til at afgive et stød uden yderligere tiltag fra førstehjælperen. Sikkerheden ved brug af fuldautomatiske hjertestartere er ikke blevet fuldt undersøgt.

Sikkerhedsforanstaltninger ved brug af hjertestarter

- Mange studier af offentligt tilgængelige hjertestartere har vist, at de kan bruges sikkert af lægfolk og førstehjælperere. Selvom skade i forbindelse med defibrillering på personen, som giver HLR er ekstremt sjældent, bør hjertemassage ikke fortsættes under afgivelse af stød.








Sikkerhed

- Sørg for, at situationen er sikker for dig selv, for personen med hjertestop og for førstehjælperere.
- Lægfolk bør starte HLR for formodet hjertestop uden bekymring for skade på ofre, der ikke er i hjertestop.
- Lægfolk kan trygt give hjertemassage og bruge en hjertestarter, da risikoen for infektionssmitte under hjertemassage og pådragelse af skade ved defibrillering med en hjertestarter er meget lille.
- Der er udarbejdet særskilte guidelines for genoplivning af personer med bekræftet eller begrundet mistanke om COVID-19 (SARS-CoV-2). Se www.erc.edu/covid og www.genoplivning.dk/covid-19/.

Hvordan teknologi kan hjælpe

- De regionale vagtcentraler bør overveje at gøre brug af teknologi som smartphones, videokommunikation, kunstig intelligens og droner som hjælp til at erkende hjertestop, aktivere førstehjælperordninger, kommunikere med førstehjælperere og give telefonvejledt HLR samt til at transportere hjertestartere til personen med hjertestop.



HANDLING	FORKLARING
SIKKERHED 	- Sørg for at det er sikkert for dig selv, personen og andre førstehjælpere
BEVIDSTHED Undersøg om personen reagerer på tiltale 	- Rusk forsigtigt i personens skuldre og spørg højt: "Er du okay?"
LUFTVEJ Skab en fri luftvej 	- Hvis der ikke er reaktion, læg personen på ryggen - Placér den ene hånd på personens pande og to lodrette fingerspidser under spidsen af personens hage, bøj forsigtigt hovedet bagover og løft hagen opad med de to fingre, så luftvejen åbnes
VEJTRÆKNING Se, føl og lyt efter normal vejtrækning 	- Se, lyt og føl at trække vejret efter ikke mere end 10 sekunder - En person, der er næsten uden vejtrækning eller gisper langsomt, støjende og uregelmæssigt, må ikke forveksles med, at personen har normal vejtrækning
IKKE NORMAL VEJTRÆKNING Ring 1-1-2 	- Hvis en person ikke har normal vejtrækning, bed en førstehjælper om at ringe 1-1-2 eller ring selv - Bliv hos personen, hvis muligt - Sæt telefonen på højttaler eller anden håndfri løsning og start HLR mens du er i kontakt med den sundhedsfaglige visitator på 1-1-2
PÅSÆT EN HJERTESTARTER (AED) Få en til at hente en hjertestarter 	- Få en til at hente en hjertestarter hvis muligt. 1-1-2 vil informere om, hvor den nærmeste hjertestarter findes og evt. tilkalde en førstehjælper til at hente den - Er du alene, FORLAD IKKE personen, start HLR
KREDSLØB Start hjertemassage 	- Sæt dig på knæ ved siden af personen - Placér din ene hånds håndrod midt på personens brystkasse - hvilket er på nederste halvdel af brystbenet (sternum) - Placér håndroden af din anden hånd oven på den første og flæt fingrene - Hold dine arme strakte - Placer dig lodret over personens brystkasse og tryk brystbenet mindst 5 cm ned (men ikke mere end 6 cm) - Efter hvert tryk, let trykket helt uden at miste kontakten mellem dine hænder og personens brystkasse - Hold en frekvens på 100-120 tryk i minuttet

Figur 3: Basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter trin for trin

Fremmedlegeme i luftvejen

- Mistænk en blokeret luftvej, hvis personen pludseligt ikke er i stand til at tale, særligt under spisning.
- Opfordr personen til at hoste.
- Hvis hosten er ineffektiv, giv da op til 5 slag i ryggen:
 - Læn personen fremover.
 - Slå personen mellem skulderbladene med den ene håndrod.
- Hvis slag i ryggen ikke er tilstrækkeligt, giv da op til 5 tryk i maven:
 - Stå bag personen og læg begge arme rundt om den øvre del af personens maveregion.
 - Læn personen fremover.
 - Knyt din ene hånd og placér den mellem navlen og brystkassen.
 - Grib den knyttede hånd med den anden hånd og tryk kraftigt indad og opad.
- Hvis luftvejsblokeringen fortsat er til stede efter 5 tryk i maven, fortsæt da med skiftevis at give 5 slag i ryggen efterfulgt af 5 tryk i maven, indtil fremmedlegemet er frigjort, eller personen bliver bevidstløs.
- Start HLR, hvis personen bliver bevidstløs.



Evidens til grund for guidelines

Erkendelse af hjertestop

Definitionen af et hjertestop er, at en person er bevidstløs uden normal vejrtrækning.⁵ Tidligere guidelines har medtaget fravær af puls som et kriterium, men det viste sig at være vanskeligt for både sundhedsprofessionelle og lægfolk at mærke efter puls perifert pålideligt i stressede nødsituationer.⁶⁻¹⁰ Bevidstløshed uden normal vejrtrækning overlapper med andre potentielt livstruende medicinske tilstande, men har en meget høj sensitivitet som diagnostiske kriterier for hjertestop. Ved anvendelse af disse kriterier vil der erkendes hjertestop hos nogle personer, der efterfølgende viser sig ikke at have hjertestop. Risikoen forbundet ved at starte HLR på en person, der viser sig ikke at have hjertestop, anses for langt at opveje den øgede dødelighed, som er forbundet med forsinket HLR hos personer med hjertestop.¹

Agonal vejrtrækning

Agonal vejrtrækning er et ikke normalt vejrtrækningsmønster, der observeres hos omkring 50 % af personer med hjertestop. Det indikerer tilstedeværelse af hjernefunktion og associeres med en bedre prognose.^{11,12} Agonal vejrtrækning fejltolkes ofte som et livstegn og udgør en udfordring for lægfolk og sundhedsfaglige visitatorer (dispatchere). Normalt beskriver lægfolk agonal vejrtrækning med følgende begreber: gispende, næsten ingen vejrtrækning, stønnende, sukkende, gurglende, støjende, larmende, tung eller besværet vejrtrækning.^{11,13,14} Agonal vejrtrækning er fortsat den største udfordring ved erkendelse af hjertestop uden for hospital.¹⁵⁻²² Tidlig erkendelse af agonal vejrtrækning er nødvendig for tidlig HLR og defibrillering, og sundhedsfaglige visitatorers (dispatchers) manglende erkendelse af hjertestop ved opringninger til 1-1-2 er forbundet med nedsat overlevelse.^{18,23}

Når der fokuseres på erkendelsen af agonal vejrtrækning for både førstehjælperen eller sundhedsprofessionelle, er det vigtigt at understrege, at konsekvenserne forbundet med at forsinke HLR til en person med hjertestop er langt værre end konsekvenserne ved at give HLR til en person, der ikke har hjertestop (se afsnittet om sikkerhed). Den fejlagtige tolkning af agonal vejrtrækning som livstegn kan lede førstehjælperen til at lægge personen i stabilt sideleje i stedet for at starte HLR.

Kramper

Kortvarige krampelignende bevægelser hos personer med hjertestop udgør en anden vigtig udfordring ved erkendelse af hjertestop. Kramper er en hyppig akut medicinsk tilstand og udgør omkring 3-4 % af alle opkald til de regionale vagtcentraler.²⁴⁻²⁶ Kun i 0,6-2,1 % af disse opkald har personen hjertestop.^{25,27} Et nyligt observationsstudie af 3.502 hjertestop uden for hospital identificerede 149 (4,3 %) personer med krampelignende bevægelser.²⁸ Personerne, som havde krampelignende bevægelser, var yngre (54 vs. 66 år gammel; $P < 0,05$), havde oftere bevidnet hjertestop (88 % vs. 45 %; $P < 0,05$), havde oftere en initial stødbar rytme (52 % vs. 24 %; $P < 0,05$) og havde højere overlevelse indtil udskrivelse fra hospitalet (44 % vs. 16 %; $P < 0,05$). Ligesom agonal vejtrækning udgør kramper en udfordring både for lægfolks og sundhedsprofessionelles erkendelse af hjertestop (mediantid til visitators diagnosticering af hjertestopet; 130 sek. vs. 62 s; $P < 0,05$).²⁸

Det er vigtigt at erkende hjertestop hos en person, der efter en krampeperiode forbliver bevidstløs uden normal vejtrækning, for at undgå forsinkelse af HLR. Konsekvenserne ved forsinkelse af HLR hos en person med hjertestop vejer tungere end enhver risiko forbundet med at udføre HLR på en person, der ikke har hjertestop (se afsnittet om sikkerhed).

Alarmering

Spørgsmålet om "alarmering først" eller "HLR først" er blevet debatteret og er især relevant, når en telefon ikke umiddelbart er tilgængelig i en nødsituation. Eftersom mobiltelefoni er blevet den dominerende form for telekommunikation, medfører en alarmering ikke nødvendigvis en forsinkelse af HLR. Efter at have gennemgået resultaterne af et nyligt systematisk *review*, har ILCOR udarbejdet anbefaling om, at en førstehjælper, der er alene og har en mobiltelefon, skal ringe 1-1-2, aktivere højtalerfunktionen eller bruge anden håndfri metode og herefter straks starte HLR.¹ Anbefalingen blev baseret på ekspertkonsensus og ét enkelt observationsstudie med meget lav grad af evidens.²⁹ Observationsstudiet kom fra Japan og inkluderede 5.446 personer med hjertestop uden for hospital og sammenlignede personer, der blev behandlet med en "HLR først" eller "alarmering først" strategi. Overlevelsen var næsten identisk mellem "alarmering og "HLR først" strategierne, men justerede analyser på forskellige undergrupper fandt et bedre neurologisk *outcome* med en "HLR først" strategi sammenlignet med en "alarmering først" strategi. Denne effekt fandt man for personer med en ikke-kardiel ætiologi (adjusted odds ratio (aOR) 2,01 [95 % CI 1,39-2,9]); alder under 65 år (aOR 1,38 [95 % CI 1,09-1,76]); alder under 20 år (aOR 3,74 [95 % CI 1,46-9,61]) og ved samtidig alder under 65 år og ikke-kardiel ætiologi (aOR 4,31 [95 % CI 2,38-8,48]).²⁹

Observationsstudiet, der støttede en "HLR først" strategi, havde den ulempe, at det kun inkluderede de situationer, hvor lægfolk havde bevidnet hjertestopet og spontant var startet med HLR (uden behov for vejledning fra sundhedsfaglig visitator (dispatcher)), og at de persongrupper, der blev sammenlignet, var forskellige mht. personernes alder, køn, initiale rytme, HLR-karakteristika og tidsforløb. På trods af den meget lave grad af evidens, lavede ILCOR en kontroversiel stærk anbefaling for at understrege vigtigheden af tidlig HLR.



På trods af udbredt adgang til mobiltelefoner er der nogle situationer, hvor en førstehjælper, der er alene, kan blive nødt til at forlade personen for at ringe 1-1-2. Valget mellem at starte HLR eller alarmere først vil da afhænge af de konkrete forhold, men det vil være rimeligt at prioritere at forlade personen for at foretage en tidlig alarmering og herefter starte HLR.

Hjertemassage af høj kvalitet

Hjertemassage er hjørnesten i effektiv HLR som det lettest tilgængelige middel til at opretholde organgennemblødningen under hjertestop. Kvaliteten af hjertemassage afhænger af korrekt håndplacering, trykdybde, frekvens og graden af *recoil* efter hvert tryk. Enhver pause i hjertemassage betyder pause i iltforsyning til organerne og skal minimeres for at forsinke iskæmisk skade.

Håndplacering under hjertemassage

Evidensen for den optimale håndplacering blev gennemgået af ILCOR i 2020.¹ Selvom anbefalingerne for håndplacering under hjertemassage er blevet tilpasset gennem tiden, er ændringerne blevet foretaget udelukkende på baggrund af lav eller meget lav grad af evidens, og der er ingen data, der underbygger, at én specifik håndplacering er optimal i forhold til overlevelse. I det nyeste systematiske *review* blev der ikke identificeret én eneste undersøgelse, der kunne rapportere et bedre neurologisk *outcome*, overlevelse eller *Return Of Spontaneous Circulation* (ROSC).

Tre studier med meget lav grad af evidens undersøgte effekten af håndplacering på fysiologiske parametre.³⁰⁻³² Et crossover studie (overkrydsningsstudie) af 17 voksne personer med langvarig genoplivning efter ikke-traumatisk hjertestop dokumenterede et bedre peak arterietryk under hjertemassagens systole og bedre end-tidal CO₂ (EtCO₂), når hjertemassagen blev udført på den nederste tredjedel af brystbenet sammenlignet med midten af brystbenet.³¹ Lignende resultater med højere peaksystolisk tryk og middelarterietryk blev observeret i et crossover studie af 10 børn, når hjertemassagen blev udført på den nederste tredjedel af brystbenet sammenlignet med midten af brystbenet.³⁰ Et tredje crossover studie af 30 voksne personer med hjertestop dokumenterede ingen forskel i EtCO₂-₂ værdier ved forskellige håndplaceringer.³²

Billedanalysestudier blev ekskluderet fra ILCOR's systematiske *review*, da de ikke rapporterede kliniske effektmål for personer med hjertestop. De giver imidlertid baggrundsinformation om det optimale tryksted baseret på de underliggende anatomiske strukturer for de anbefalede og alternative håndplaceringer. Evidens fra nye billedanalysestudier tyder på, at det maksimale tværsnitsareal af ventriklerne hos de fleste voksne og børn ligger under den nederste tredjedel af brystbenet, mens udløbsdelen af venstre ventrikel og den ascenderende del af aorta ligger under midten af brystkassen.³³⁻
³⁹ Der er afgørende individuelle forskelle i anatomi afhængig af alder, body mass index, medfødt hjertesygdom og graviditet, og derfor vil én specifik håndplacering måske ikke skabe optimal hjertemassage hos alle personer.^{34,38,40}

Fundene ledte ILCOR til at beholde deres nuværende anbefaling om fortsat at give hjertemassage på den nederste halvdel af brystbenet hos voksne med hjertestop (svag anbefaling, meget lav grad af evidens). I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger anbefaler ERC, at instruktører underviser i at give hjertemassage "på midten af brystkassen", og samtidig demonstrerer placering af håndroden på den nederste halvdel af brystbenet.

Hjertemassage - trykdybde, frekvens og recoil

Denne guideline er baseret på ILCOR's anbefalinger,¹ som er understøttet af et ILCOR *scoping review*⁴¹ og de tidligere ERC BLS guidelines 2015.⁴² ILCOR's BLS Task Force udførte et *scoping review* relateret til hjertemassagens frekvens, dybde og *recoil*. Målet var at identificere nyligt publiceret evidens omhandlende disse komponenter af hjertemassagen som isolerede enheder samt eventuelle interaktioner mellem dem.

I tillæg til de 14 studier, som allerede blev identificeret i ERC's BLS Guidelines 2015,⁴² identificerede man yderligere 8 studier,⁴³⁻⁵⁰ som var blevet publiceret efter 2015. Der var i alt 22 studier, som vurderede hjertemassagens frekvens, trykdybde og *recoil*. Fem observationsstudier undersøgte både hjertemassagens frekvens og trykdybde.^{48,49,51,52} Ét randomiseret, kontrolleret studie (RCT),⁴⁴ et crossover studie,⁵³ og 6 observationsstudier^{45,50,54-57} undersøgte udelukkende hjertemassagens frekvens kun kompressionshastighed på brystet. Én RCT⁵⁸ og 6 observationsstudier undersøgte udelukkende hjertemassagens trykdybde⁵⁹⁻⁶⁴ og 2 observationsstudier undersøgte recoil.^{43,46} Ingen studier undersøgte forskellige mål for at læne sig på brystkassen mellem trykkene.

Dette *scoping review* fremhævede således nogle signifikante mangler i den videnskabelige evidens relateret til interaktionen mellem hjertemassagens komponenter, men den identificerede ikke tilstrækkelig ny evidens til at retfærdiggøre et nyt systematisk *review* eller revurdering af de gældende anbefalinger.

ILCOR's behandlingsvejledninger for hjertemassagens trykdybde, frekvens og recoil er således uændret fra 2015.⁴² 42 ILCOR anbefaler en frekvens af manuel hjertemassage på 100 til 120 tryk per minut (stærk anbefaling, meget lav grad af evidens), trykdybde på cirka 5 cm (stærk anbefaling, lav grad af evidens) og samtidig undgå overdreven trykdybde (mere end 6 cm på en gennemsnitlig voksen person) under manuel HLR (svag anbefaling, lav grad af evidens) og anbefaler, at førstehjælperen undgår at læne sig på brystkassen mellem trykkene for at tillade fuld recoil (svag anbefaling, meget lav grad af evidens). I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger, anbefaler ERC en hjertemassagefrekvens på 100 til 120 tryk per minut og en trykdybde på 5-6 cm samtidig med, at man skal undgå at læne sig på brystkassen mellem trykkene. Anbefalingen om at trykke 5-6 cm er et kompromis mellem observationer af dårlige resultater ved overfladisk hjertemassage og øget forekomst af skader ved dybere hjertemassage.⁴²



Fast underlag

ILCOR opdaterede CoSTR for HLR på et fast underlag i 2020.^{1,65} Når HLR udføres på et blødt underlag (f.eks. en madras), bliver både brystkassen og underlaget komprimeret.⁶⁶ Dermed risikerer man, at den effektive trykdybde formindskes. Den effektive trykdybde kan imidlertid opnås selv på et blødt underlag, hvis førstehjælperen øger trykket og dermed dybden for at kompensere for kompression af madrassen.
67-73

ILCOR's systematiske *reviews* identificerede tolv manikin-studier, som evaluerede betydningen af et fast underlag under HLR.⁶⁵ Disse undersøgelser blev yderligere grupperet i evalueringer af madrastype,^{70,74-76} gulv sammenlignet med seng,⁷⁵⁻⁷⁸ og bagplade.^{69,70,79-83} Ingen studier på mennesker blev identificeret. Tre RCT'er vurderede madrastypen og identificerede ingen forskel i trykdybde mellem de forskellige madrastyper.^{70,74-76} Fire RCT'er vurderede gulv sammenlignet med seng og fandt ingen forskel i trykdybden.⁷⁵⁻⁷⁸ Seks ud af de syv RCT'er, som vurderede brugen af hjertebræt, kunne metaanalyseres og viste en øget trykdybde ved brug af hjertebræt med en median forskel på 3 mm (95 % CI 1 til 4).^{69,70,79-82} Den kliniske relevans af denne forskel blev debatteret, for selvom den var statistisk signifikant, var den egentlige øgning i trykdybden lille.

Fundene fik ILCOR til at anbefale at udføre HLR på et hårdt underlag om muligt (svag anbefaling, meget-lav grad af evidens). Hvis sengen har en HLR-funktion, anbefaler ILCOR at aktivere denne (svag anbefaling, meget-lav grad af evidens), men fraråder at flytte personen fra sengen til gulvet for at øge trykdybden (svag anbefaling, meget-lav grad af evidens). Sikkerheden i effektestimaterne var så lav, at ILCOR ikke var i stand til at lave anbefalinger for brug af en hjertebræt-strategi.

I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger, anbefaler ERC at give hjertemassage på et fast underlag, når det er muligt. På hospitalet FRARÅDES det at flytte personen fra sengen til gulvet, også på hospitaler. ERC anbefaler ikke brug af hjertebræt.

Indblæsninger

Kompressions-ventilationsratio (KV-ratio)

I 2017 opdaterede ILCOR CoSTR forholdet mellem tryk og indblæsninger, kaldet kompressions-ventilationsratioen (KV-ratioen).⁸⁴ Opdateringen byggede på et systematisk *review* af to kohortestudier ($N=4.877$), som fandt evidens for, at forholdet mellem tryk og indblæsninger på 30:2 sammenlignet med 15:2 gav et bedre neurologisk *outcome* blandt voksne (absolut risikoreduktion 1,72 % (95 % CI 0,5-2,9 %)).⁸⁵ Metaanalyser af seks kohortestudier ($N=13.962$) fandt en større overlevelse med 30:2 sammenlignet med 15:2 (absolut risikoreduktion 2,48 % (95 % CI 1,57-3,38)). Et lignende mønster blev observeret i et lille kohortestudie ($N=200$, stødbare rytmer), ved sammenligning af forholdet 50:2 med 15:2 (absolut risikoreduktion 21,5 (95 % CI 6,9-36,06)).⁸⁶ ILCOR's behandlingsvejledning med en KV-ratio på 30:2 (svag anbefaling, meget lav grad af evidens), sammenlignet med enhver anden KV-ratio til personer med hjertestop forbliver gyldig og udgør fundamentet for ERC's guidelines om at skifte mellem 30 tryk og 2 indblæsninger.

Hjertemassage alene

Behovet for indblæsninger og oxygenering i den indledende behandling af hjertestop er fortsat debatteret. ILCOR udførte systematiske *reviews* for hjertemassage alene versus standard-HLR blandt lægfolk og sundhedsprofessionelle.^{85,87}

Seks observationsstudier med meget lav grad af evidens sammenlignede hjertemassage alene med standard-HLR med en KV-ratio på 15:2 eller 30:2 blandt lægfolk.^{18,88-92} I en metaanalyse af to studier var der ingen signifikant forskel i det neurologiske *outcome* blandt personer, der fik hjertemassage alene sammenlignet med personer, som fik HLR med en KV-ratio på 15:2 (RR 1,34 [95 % CI 0,82-2,20]; RD 0,51 procentpoint [95 % CI -2,16 til 3,18]).^{18,90} I en metaanalyse af tre studier var der ingen signifikant forskel i det neurologiske *outcome* blandt personer, som fik hjertemassage alene sammenlignet med personer, som fik hjertemassage og kunstigt åndedræt i en periode, hvor KV-ratioen blev ændret fra 15:2 til 30:2 (RR 1,12 [95 % CI 0,71-1,77]; RD 0,28 procentpoint [95 % CI -2,33 til 2,89]).^{89,91,92} I ét studie fandt man en lavere overlevelse blandt personer, som fik hjertemassage alene sammenlignet med personer, som fik HLR med en KV-ratio på 30:2 (RR 0,75 [95 % CI 0,73-0,78]; RD -1,42 procentpoint [95 % CI -1,58 til -1,25]).⁸⁸ Ét studie undersøgte effekten af en landsdækkende anbefaling om hjertemassage alene og viste, at selvom flere lægfolk trådte til med HLR og den landsdækkende overlevelse steg, havde de personer, som fik hjertemassage, alene en dårligere overlevelse sammenlignet med personer, som fik hjertemassage og kunstigt åndedræt med en KV-ratio på 30:2 (RR 0,72 [95 % CI 0,69-0,76]; RD -0,74 procentpoint [95 % CI -0,85 til 0,63]).⁸⁸ Baseret på denne gennemgang anbefaler ILCOR, at førstehjælpere, som er trænet og er i stand til samt villige til det, skal give kunstigt åndedræt og hjertemassage til voksne personer med hjertestop (svag anbefaling, meget lav grad af evidens).

Et højkvalitets-RCT inkluderede 23.711 personer i en præhospital kontekst. Personerne, som blev randomiseret til at få maskeventilation under kontinuerlig hjertemassage, havde ingen påviselig



forbedring af det neurologiske *outcome* (RR 0,92 [95 % CI 0,84-1,00]; RD -0,65 procentpoint [95 % CI -1,31 til 0,02]) sammenlignet med personer randomiseret til almindelig HLR med en KV-ratio på 30:2.⁹³ ILCOR anbefaler, at sundhedsprofessionelle giver HLR med 30 tryk og 2 indblæsninger (30:2-ratio) eller kontinuerlig hjertemassage med overtryksventilation uden pause i hjertemassagen, indtil en endotrakeal tube eller en supraglottisk luftvej er blevet anlagt (stærk anbefaling, høj grad af evidens).

I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger anbefaler ERC, at både lægfolk og sundhedsprofessionelle skifter mellem 30 tryk og 2 indblæsninger under HLR.

Hjertestarter

En hjertestarter er et transportabel, batteridrevet apparat med to selvklæbende pads, som skal sættes på personens bare brystkasse for at analysere hjerterytmen ved mistanke om hjertestop. Af og til kan det være nødvendigt at barbere brystet, hvis det er meget behåret, eller hvis pads ikke vil klister fast. Hvis hjerterytmen er ventrikelflimren (eller pulsløs ventrikulær takykardi), vil førstehjælperen få auditive eller audio-visuelle instruktioner om at afgive et elektrisk stød. Ved alle andre hjerterytmer (inklusiv aystoli og en normal hjerterytme) vil hjertestarteren ikke anbefale stød. Øvrige instruktioner fortæller førstehjælperen, hvornår HLR skal startes og stoppes. Hjertestartere er meget præcise i deres analyse af hjerterytmen, og lægfolk kan bruge dem sikkert og effektivt.

Overlevelseschancerne ved hjertestop uden for hospital kan øges markant, hvis personen får tidlig HLR og defibrillering. Hjertestartere gør det muligt for lægfolk at give tidlig defibrillering ved hjertestop flere minutter før, professionel hjælp når frem. For hvert minuts forsinkelse mindskes overlevelseschancerne med omkring 3-5 %.⁹⁴

ILCOR's CoSTR (2020) gav en stærk anbefaling for at implementere hjertestartere i det offentlige rum baseret på lav grad af evidens. ¹ILCOR's *Scientific Statement on Public Access Defibrillation* understreger de kerneelementer, der bør overvejes i udarbejdelsen af implementeringsprogrammer for hjertestartere i det offentlige rum (tidlig erkendelse, optimering af tilgængelighed, skiltning, nye leveringsmetoder, offentlig opmærksomhed, registrering af hjertestartere og mobile apps til lokalisering og brug af hjertestartere med offentlig adgang). [Brooks 2020 TBC]

Hjertemassage før defibrillering

ILCOR opdaterede CoSTR for HLR før defibrillering i 2020.¹ Der blev identificeret fem RCT'er, der sammenlignede et kortere og et længere interval med hjertemassage før defibrillering.⁹⁵⁻⁹⁹ Effektmålene varierede fra 1-års overlevelse med godt neurologisk *outcome* til ROSC. En metaanalyse fandt ingen klar fordel af HLR før defibrillering på nogen af de kritiske eller vigtige effektmål. I en metaanalyse af fire studier var der ingen signifikant forskel i neurologisk *outcome* blandt personer, der fik en kortere periode med HLR før defibrillering sammenlignet med en længere periode med HLR (RR 1,02 [95 % CI -0,01-0,01]; 1 person mere/1.000 (-29 til 98)).^{95,96,98,99} I en metaanalyse af fem studier var der ingen signifikant forskel i overlevelse til udskrivelse fra hospitalet blandt personer, som fik en kortere periode



med HLR før defibrillering sammenlignet med en længere periode med HLR (RR 1,01 [95 % CI -0,90-1,15]; 1 person mere/1.000 (-8 til 13)).⁹⁵⁻⁹⁹

ILCOR anbefaler en kort periode med HLR indtil hjertestarteren er klar til analyse og/eller defibrillering ved ikke-monitorede hjertestop. I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger anbefaler ERC, at HLR fortsættes, indtil en hjertestarter er ankommet, tændt og påsat personen, og defibrillering bør ikke forsinkes yderligere for at give ekstra HLR.

Placering af pads

ILCOR udarbejdede i 2020 et *scoping review* med fokus på den optimale placering og størrelse af pads.¹ Da der ikke kunne identificeres ny evidens, som adresserede disse spørgsmål, blev *scoping review*'et fra ILCOR's BLS Task Force begrænset til en diskussion og ekspertkonsensus. Diskussionerne fremhævede nogle studier, som viste, at en antero-posterior placering af pads (på forsiden og bagsiden af brystkassen) var mere effektiv end de traditionelle antero-laterale eller antero-apikale placeringer (henholdsvis på forsiden af og på siden af brystkassen/ved hjertespiden) til planlagt konvertering af atrieflimren (AF, hjerteflimmer), mens de fleste studier ikke har kunnet vise en klar fordel ved nogen specifik placering af pads. Strømmen gennem hjertet ved defibrillering er sandsynligvis størst, når pads placeres så det område af hjertet, der flimrer, ligger direkte mellem dem (for eksempel ventriklerne ved VF/pulsløs VT eller atrierne ved AF). Derfor er den optimale placering af pads ved arytmier udgået fra hjertets forkamre og hovedkamre ikke nødvendigvis ens. ILCOR anbefaler fortsat, at pads placeres antero-lateralt (under højre brystben og under brystniveau i venstre side) på den bare brystkasse. En alternativ, acceptabel placering af pads er antero-posteriort (på forsiden af brystkassen og midt på ryggen). Hos storbarmede personer er det hensigtsmæssigt at placere den venstre pad ved siden af eller under det venstre bryst for at undgå brystvævet. Overvejelse om hurtig fjernelse af kraftig brystbehåring bør gøres før påsætning af pads, så længe forsinkelser i defibrilleringen minimeres. Der er utilstrækkelig evidens til at kunne anbefale én specifik padstørrelse til optimal ekstern defibrillering af voksne. Det er dog fornuftigt at bruge en pad større end 8 cm.^{100.101} I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger og for at undgå forvirring blandt lægfolk, der skal bruge hjertestartere, anbefaler ERC's BLS skrivegruppe at påsætte pads antero-lateralt (opadtil og på siden af personens bare brystkasse) som vist på hjertestarteren.

HLR feedbackudstyr

For at forbedre kvaliteten af HLR er der behov for at måle på væsentlige parametre under HLR. Data for kvaliteten af HLR kan blive tilgængelige for førstehjælperen i realtid og/eller opsummeres i en rapport efterfølgende. Måling af HLR-ydeevne for at forbedre genoplivningssystemer behandles i kapitlet Systembesparende liv. I kapitlet 'Systemer, der redder liv' omtales måling af kvaliteten af HLR for at forbedre den fælles indsats.¹⁰² I dette afsnit vil udstyr, der giver feedback i realtid blive diskuteret.

ILCOR opdaterede CoSTR om feedback for at øge kvaliteten af HLR i 2020.¹ Tre typer af feedbackudstyr blev identificeret: 1) digital audio-visuel feedback inklusiv korrigerende lydmeddelelser; 2) analog auditiv



og taktil "klikker"-feedback om trykdybde og *recoil*; og 3) metronomvejledning af hjertemassagens frekvens. Der er betydelig klinisk heterogenitet på tværs af studier i forhold til typen af udstyr, målemetoden, feedbackmetoden, patienttype, lokalitet (for eksempel på hospital og udenfor hospital) samt HLR-kvalitetsbaseline til sammenligning (kontrolgruppen).

Digital audio-visuel feedback inklusiv korrigerende lydmeddelelser

Et klynge-RCT¹⁰³ og fire observationsstudier^{47,104-106} evaluerede effekten af dette udstyr på et bedre neurologisk *outcome*. Man fandt ingen forskel i neurologisk *outcome* i RCT'et, (relativ risiko 1,02; 95 % CI 0,76-1,36; $P = 0,9$).¹⁰³ Mens en af observationsstudierne fandt en sammenhæng med forbedret gunstigt neurologisk resultat (justeret oddsforhold 2,69; 95% CI 1,04-6,94),¹⁰⁶ andre tre gjorde det ikke.^{47,104,105}

Ét klynge-RCT¹⁰³ og seks observationsstudier^{48,52,104,106,107} undersøgte udstyrets effekt i forhold til overlevelse til udskrivelse fra hospitalet eller 30-dages overlevelse. Hverken RCT'et (relativ risiko 0,91; 95 % CI 0,69-1,19; $P = 0,5$),¹⁰³ eller observationsstudierne fandt en forskel associeret med dette udstyr.^{48,52,104,106-108}

Den potentielle fordel ved audio-visuel feedback i realtid kan være dens evne til at øge kvaliteten af HLR. Selvom RCT'et viste forbedret trykfrekvens (forskul på 4,7 per minut; 95 % CI -6,4-3,0), trykdybde (forskul på 1,6 mm; 95 % CI 0,5-2,7 mm) og trykfraktion (forskul på 2 %; 66 % vs. 64%, $p = 0,016$), diskuteres den kliniske signifikans af disse relativt små forskelle fortsat.¹⁰³

Fem observationsstudier med meget lav grad af evidens sammenlignede forskellige HLR-parametre.^{47,52,104,106,107} Ét observationsstudie viste ingen forskel i trykfrekvens med og uden feedback.¹⁰⁷ De andre fire observationsstudier^{47,52,104,106} viste langsommere trykfrekvenser i gruppen med HLR feedback fra -23 til -11 tryk per minut. Et observationsstudie viste ingen forskel i trykdybde med og uden feedback.¹⁰⁷ Tre observationelle studier viste signifikant dybere tryk fra 0,4 til 1,06 cm (0,2-0,42 tommer).^{47,52,106} I to studier resulterede feedback i en statistisk signifikant øgning i trykfraktionen,^{104,107} og tre studier observerede ingen statistisk eller klinisk væsentlig forskel.^{47,52,106} Couper-undersøgelsen viste en stigning i kompressionsfraktion fra 78% (8%) til 82% (7%), $p = 0,003$.¹⁰⁴ Denne stigning er af tvivlsom klinisk betydning. Bobrow studiet fandt en øgning i trykfraktion fra 66 % (95 % CI 64-68) til 84 % (95 % CI 82-85).¹⁰⁶ To store forbehold i dette studie er, at den observerede forskel muligvis ikke var relateret til feedbackmekanismen, fordi der var andre samtidige interventioner, og at der blev brugt et særligt datasæt. Ingen af studierne viste en forbedring i ventilationsfrekvensen.^{47,52,103,104,106,107}



Analog auditiv og taktile feedback

Det analoge klikkerudstyr, som er designet til at blive placeret på personens brystkasse under førstehjælperens hænder, involverer en mekanisme, som producerer en klikkende lyd og fornemmelse, når et tilstrækkeligt tryk appliceres. Den giver et taktile feedback på korrekt trykdybde og *recoil*.

Ét RCT med meget lav grad af evidens undersøgte effekten af klikkerudstyr på overlevelse til udskrivelse fra hospitalet og fandt en signifikant forbedring i gruppen behandlet med klikkerudstyret (relativ risiko 1,90; 95% CI 1,60-2,25; $P < 0,001$).¹⁰⁹ To RCT'er af meget lav grad af evidens undersøgte effekten af klikkerudstyret på ROSC og fandt en signifikant forbedring i gruppen behandlet med klikkerudstyret (relativ risiko 1,59; 95 % CI 1,38-1,78; $P < 0,001$ og relativ risiko 2,07; 95 % CI 1,20-3,29, $P < 0,001$).^{109,110}

Metronom frekvensvejledning

Ét observationsstudie med meget lav grad af evidens undersøgte effekten af en metronom til at vejlede trykfrekvensen under HLR blandt førstehjælpere før ambulancens ankomst og fandt ingen forskel i 30-dages overlevelsen (relativ risiko 1,66; 95 % CI -17,7-14,9, $P = 0,8$). Et observationsstudie med meget lav grad af evidens undersøgte effekten af metronom på 7-dages overlevelse og fandt ingen forskel (3/17 vs. 2/13; $P = 0,9$).¹¹¹ To observationsstudier undersøgte effekten af metronom på ROSC og fandt ingen forskel i overlevelse (justeret relativ risiko 4,97; 95 % CI -21,11-11,76, $P = 0,6$ og 7/13 vs. 8/17, $P = 0,7$).^{108,111}

Samlet anbefaler ILCOR brugen af audio-visuel feedback i realtid og anbefaler udstyr under HLR som en del af et omfattende kvalitetssikringsprogram designet til at sikre HLR af høj kvalitet og efterbehandling på tværs af den fælles indsats, men fraråder isoleret brug af audio-visuelt feedbackudstyr i realtid (når disse ikke indgår som en del af et omfattende kvalitetssikringsprogram).¹¹²

Sikkerhed

Risiko for førstehjælpere, der yder HLR

Denne guideline er baseret på et ILCOR *scoping review*,¹¹² de tidligere ERC BLS Guidelines 2015⁴² og de nyligt publicerede ILCOR CoSTR og Task Force viden³ et ILCOR systematisk *review*,⁴ og ERC's COVID-19 guidelines.²

ILCOR's BLS Task Force udarbejdede et *scoping review* relateret til skader på førstehjælpere, der yder HLR, for at identificere nyligt publiceret evidens vedrørende risikoen for førstehjælpere. Dette *scoping review* blev lavet før COVID-19 pandemien. Meget få rapporter om pådragelse af skade under udøvelse af HLR og defibrillering blev identificeret. Fem eksperimentelle studier og én case rapport, udgivet efter 2008, blev gennemgået. De fem eksperimentelle studier rapporterede fund fra eksperimentelle opstillinger under defibrillering ved elektiv kardiovertering. I disse studier undersøgte forfatterne også strømmens bevægelser og den gennemsnitlige lækstrøm i forskellige opstillinger for at vurdere førstehjælperens sikkerhed. På trods af begrænset evidens til at vurdere sikkerheden var der en bred



enighed i ILCOR's BLS Task Force og ERC's BLS skrivegruppe om, at manglen på publiceret evidens understøtter den opfattelse, at det generelt er sikkert at bruge en hjertestarter. I overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger anbefaler ERC, at lægfolk giver HLR og bruger en hjertestarter, da risikoen for pådragelse af skade fra et tilfældigt stød ved brug af en hjertestarter er lav.^{1,42,112}

Med de stigende smittetal af SARS-CoV-2 infektionen i hele verden er vores opfattelse af sikkerhed under HLR grundlæggende forandret. ILCOR udarbejdede et nyligt systematisk *review* over smitte med COVID-19 under genoplivning og identificerede 11 studier: to kohortestudier, ét case-kontrol-studie, fem case-rapporter og tre manikin RCT'er. Gennemgangen fandt ingen beviser for, at HLR og defibrillering genererede aerosoler eller var ophav til smitteoverførsel, men graden af evidens var meget lav.⁴ Baseret på resultaterne i det systematiske *review*, publicerede ILCOR med stor grad af forsigtighed en CoSTR rettet mod at balancere fordelene ved tidlig HLR med den potentielle risiko for førstehjælpere under COVID-19 pandemien. Det resulterede i anbefalinger for lægfolk om at overveje hjertemassage og defibrillering under den aktuelle COVID-19 pandemi. ILCOR anbefaler dog klart, at sundhedsprofessionelle bruger personlige værnemidler ved alle aerosolgenererende procedurer. ERC's guidelines understreger vigtigheden af altid at følge de lokale myndigheders anbefalinger, eftersom smittetallene varierer fra sted til sted. Det er desuden vigtigt, at førstehjælpere følger den sundhedsfaglige visitators (dispatcherens) instruktioner. ERC har udgivet tilpassede guidelines for basal hjertelungeredning og brug af hjertestarter ved bekræftet eller begrundet mistanke om COVID-19.² De vigtigste ændringer relaterer sig til brugen af personlige værnemidler, undersøgelse af vejtrækning uden at nærme sig personens næse eller mund, samt at indblæsninger er en potentiel aerosolgenererende procedure med større risiko for smitteoverførsel. Yderligere information kan findes i ERC's COVID-19 guidelines. Se www.erc.edu/COVID og www.genoplivning.dk/covid-19/.

Risiko ved at give HLR til personer, der ikke har hjertestop

Lægfolk kan være tilbageholdende med at give HLR til en bevidstløs person uden normal vejtrækning af frygt for, at hjertemassage på en person, der ikke har hjertestop, kan forårsage alvorlig skade. ILCOR gennemgik evidensen for, at HLR kunne gøre skade på personer, der ikke havde hjertestop i 2020.¹ Det systematiske *review* identificerede fire observationsstudier med meget lav evidens, der inkluderede 762 personer, som ikke havde hjertestop, men alligevel fik HLR af lægfolk uden for hospital. Tre af studierne gennemgik personernes medicinske journaler for at identificere skader,¹¹³⁻¹¹⁵ og ét inkluderede opfølgende telefoninterviews.¹¹³ Samlede data fra de tre første studier, der inkluderede 345 personer, fandt incidenser af rhabdomyolyse på 0,3 % (ét tilfælde), knoglebrud (ribben og kraveben) på 1,7 % (95 % CI 0,4-3,1 %), smerte svarende til trykstedet på 8,7 % (95 % CI 5,7-11,7 %), og ingen klinisk relevant skade på indre organer. Det fjerde studie var baseret på observationerne fra brandmandskabet på stedet, og ud af 417 personer blev der ikke rapporteret om nogen skader.¹¹⁶ Case-rapporter og case-serier om alvorlige skader som følge af HLR på personer, som ikke har hjertestop, vil ofte blive publiceret pga. almen interesse for en bred gruppe af sundhedspersoner. De få publicerede rapporter styrker den påstand, at HLR sandsynligvis meget sjældent gør skade, og at de ønskede effekter klart opvejer de uønskede effekter.



På trods af meget lav grad af evidens anbefaler ILCOR, at lægfolk starter HLR på personer med mistænkt hjertestop uden bekymring for at gøre skade på personer, der ikke har hjertestop. ERC's guidelines er i overensstemmelse med ILCOR's behandlingsvejledninger.

Hvordan teknologi kan hjælpe

Teknologi bruges i mange forskellige sammenhænge fra mobiltelefoner til diverse innovative sundhedsapps. Adskillige forskere arbejder inden for forskellige områder af implementeringen af disse. Inden for basal hjertelungeredning og brug af hjertestarter er de største interesseområder apps til at lokalisere hjertestartere, smartphones og smartwatches som en hjælp for førstehjælperen til at nå frem til personen med hjertestop, HLR-feedback i realtid og videokommunikation med den sundhedsfaglige visitator (dispatcheren). Den nye 'sci-fi' teknologi beskriver den potentielle effekt, som droner og kunstig intelligens kan have på overlevelseskæden.

Apps til lokalisering af hjertestartere

I tilfælde af hjertestop uden for hospital øges overlevelseshancerne ved tidlig defibrillering, men det kan være vanskeligt at fremskaffe en hjertestarter i en nødsituation, især fordi førstehjælperen skal vide, hvor hjertestarteren er lokaliseret. Takket være indbygget GPS i smartphones er der blevet udviklet adskillige apps til at lokalisere brugeren og vise de nærmeste hjertestartere. Desuden kan brugeren tilføje nye hjertestartere gennem disse apps eller opdatere detaljerne vedrørende en eksisterende hjertestarter. Disse apps kan således hjælpe med at opbygge og vedligeholde et opdateret register over hjertestartere i samfundet, som kan blive anvendt af de regionale vagtcentraler. Som regel kan denne slags apps give en liste over hjertestartere i nærheden samt en rutevejledning til den nærmeste hjertestarter med en navigationsapplikation. Data vedrørende hjertestarterens placering, adgangsforhold, åbningstid, foto af installationen samt ejerens kontaktoplysninger kan som regel også findes. Brugere har også mulighed for at rapportere defekte eller manglende hjertestartere. Kapitlet 'Systemer, der redder liv' beskriver i detaljer smartphone-teknologien som et værktøj til at lokalisere hjertestarterer.¹⁰²



Smartphones og smartwatches

Der er en stigende interesse blandt forskere i at integrere smartphones og smartwatches i uddannelse og træning i HLR og defibrillering samt i at forbedre responstiden ved hjertestop uden for hospital med dedikerede apps. Oprindeligt blev der udviklet apps for at gøre uddannelse i genoplivning mere tilgængelig. Som konsekvens af den teknologiske udvikling over de seneste år er smartphone apps blevet brugt til at give feedback på kvaliteten af HLR ved at udnytte det indbyggede accelerometer. Systemerne kan give førstehjælperen audio-visuel feedback i realtid gennem højttalerne og skærmen. Selvom aktuelt feedbackudstyr, der giver feedback i realtid, har haft begrænset effekt på patientnære effektmål i professionelle tests, kunne ny teknologi måske forbedre HLR-kvaliteten. Som følge af den teknologiske udvikling, er det samme koncept blevet implementeret i smartwatches, som er særligt brugbare til at give feedback takket være deres lille størrelse og bærbarhed. Et systematisk *review* fandt modstridende resultater i forhold til brugen af smartwatches. I en RCT, som undersøgte effekten af én af disse apps, forbedredes kvaliteten af HLR signifikant ved brug af en smartwatch-baseret applikation med audio-visuel feedback i realtid ved simuleret hjertestop uden for hospital.¹¹⁷ Ligeledes opnåede en større andel af hjertemassagen en tilstrækkelig trykdybde ved brug af en smartphone.¹¹⁸ Den nuværende evidens er stadig begrænset, men smartwatch-baserede systemer kan blive en vigtig strategi til at give feedback på HLR.

Under telefonvejledt HLR kan den sundhedsfaglige visitator (dispatcher) lokalisere og alarmere førstehjælpere i umiddelbar nærhed af et hjertestop uden for hospital gennem et SMS-system eller en smartphone applikation og anvise dem til den nærmeste hjertestarter. Denne strategi er blevet undersøgt, og den har vist at andelen af personer, som får HLR før ambulancens ankomst er øget ligesom overlevelsen er øget.¹¹⁹⁻¹²² Kapitlet 'Systemet, der redder liv' beskriver også brugen af mobiltefonteknologi til at aktivere førstehjælperen.¹⁰²

Videokommunikation

Kommunikation med smartphone og video spiller en vigtig rolle i det moderne samfund. Traditionelt set har de sundhedsfaglige visitatorer (dispatcherne) givet isolerede auditive instruktioner i HLR via telefonen. Ny teknologi gør det imidlertid muligt for dem at give videoinstruktioner i HLR via indringerens mobiltelefon. Et nylig systematisk *review* og en metaanalyse identificerede ni studier, som undersøgte videoinstruktioner til simulerede hjertestop uden for hospital. Trykfrekvensen var bedre med videoinstruktioner, og der var en tendens til en bedre håndplacering. Der blev ikke observeret forskel i trykdybden eller tid til første indblæsning, og der var en lille øgning i tiden til start af HLR med videoinstruktioner.¹²³ Et nyere retrospektivt studie undersøgte samlet 1.720 voksne personer med hjertestop uden for hospital (1489 og 231 i henholdsvis audio- og videogruppen). Medianinstruktionstidsintervallet var 136 sek. i audiogruppen og 122 sek. i videogruppen ($P=0,12$). Overlevelsen til udskrivelse fra hospital var 8,9 % i audiogruppen og 14,3 % i videogruppen ($P<0,01$). Et godt neurologisk *outcome* var til stede i 5,8 % og 10,4 % i henholdsvis audio- og videogruppen ($P<0,01$).¹²⁴ Et prospektivt klinisk studie af hjertestop på plejehjem undersøgte videokommunikation til at guide paramedicinere i avanceret genoplivning (ALS) i 616 fortløbende cases. Overlevelsen blandt den

tredjedel, der fik videoinstrueret ALS var 4,0 % sammenlignet med 1,9 % uden videoinstruktioner ($P=0,078$), og overlevelsen med godt neurologisk *outcome* var henholdsvis 0,5 % versus 1,0%.¹²⁵

Kunstig intelligens

Kunstig intelligens (AI) er intelligens, der modsat menneskelig naturlig intelligens, effektueres af maskiner. Udtrykket "AI" (engelsk: *Artificial Intelligence*) bruges ofte til at beskrive maskiner (eller computere), der efterligner kognitive funktioner forbundet med den menneskelige tankeproces som læring og problemløsning.

Kunstig intelligens er blevet anvendt i en sundhedsfaglig kontekst som hjælpemiddel ved klinisk beslutningstagning.^{126,127} Brugen af kunstig intelligens som et værktøj til at forbedre de centrale elementer i overlevelseskæden er under evaluering. For nylig blev der anvendt kunstig intelligens til at erkende hjertestop fra uredigerede optagelser af opkald til de regionale vagtcentraler, og effekten af modellen blev efterfølgende evalueret.¹²⁸ Studiet omfattede 108.607 alarmopkald, hvoraf 918 (0,8 %) var opkald med hjertestop uden for hospital, der var kvalificerede til analyse. Sammenlignet med sundhedsfaglige visitatorer, dispatchers (paramedicinere og sygeplejersker), havde den kunstige intelligens en signifikant højere sensitivitet (72,5 % vs. 84,1 %, $P<0,001$) med en lidt lavere specificitet (98,8 % vs. 97,3 %, $P<0,001$) for erkendelse af hjertestop. Den kunstige intelligens havde en lavere positiv prædiktiv værdi sammenlignet med de sundhedsfaglige visitatorer (20,9 % vs. 33,0 %, $PP<0,001$). Tid til erkendelse var signifikant kortere for den kunstige intelligens sammenlignet med de sundhedsfaglige visitatorer (median 44 sek. vs. 54 s, $P<0,001$). En anden anvendelse af kunstig intelligens i forbindelse med erkendelse af hjertestop uden for hospitalet er såkaldte integrerede *software home assistants*. Med den udbredte anvendelse af smartphones og højttalere med indbyggede digitale assistenter i hjemmet er der en unik mulighed for at identificere auditive (hørbare) biomarkører for hjertestop (agonal vejrtrækning) og forbinde personer med hjertestop til den regionale vagtcentral eller førstehjælper. Et nyligt studie opstillede en hypotese om, at eksisterende teknologier (for eksempel smartphones og mikrofoner) kunne bruges til at identificere agonal vejrtrækning ved hjertestop på personer i eget hjem. Forskerne udviklede en specifik algoritme, der genkender agonal vejrtrækning efter træning på et datasæt fra en regional vagtcentral. Ved brug af virkelige opkald til 1-1-2 med markering af de opkald, der havde agonal vejrtrækning som en del af lydsporet, trænede forskergruppen softwaren (den kunstige intelligens) i at klassificere agonal vejrtrækning. Den kunstige intelligens opnåede en samlet sensitivitet og specificitet på 97,24 % (95 % CI 96,86-97,61 %) og 99,51 % (95 % CI 99,35-99,67 %). Den falske positive rate var mellem 0 og 0,14 % i løbet af 82 timer (117.985 lydsegmenter) af polysomnografiske søvnlaboratoriedata, der inkluderer snorken, hypopnø samt episoder med central og obstruktiv søvnapnø.¹²⁹

Det sidste eksempel på den potentielle anvendelse af kunstig intelligens er som et redskab til at forudsige overlevelse. To studier rapporterede brugen af kunstig intelligens som et prognostisk system baseret på neurale netværk og en maskinlæringsalgoritme til at opdage potentielle faktorer, der påvirker overlevelse. Systemet blev endvidere udviklet til at forudsige neurologisk restitution og

overlevelse til udskrivelse fra hospital.^{130,131} Yderligere forskning er nødvendig for at forstå potentialet i denne nye teknologi som et værktøj til at understøtte menneskelig, klinisk beslutningstagen.

Droner

På trods af det stigende antal hjertestartere i samfundet er en hjertestarter stadig sjældent tilgængelig ved hjertestop uden for hospital. Bedre adgange til hjertestartere og reduceret tid til første defibrillering er afgørende for at øge overlevelsen ved hjertestop uden for hospitalet. Droner eller ubemandede luftfartøjer har potentialet til at fremskynde leveringen af en hjertestarter, og matematisk modellering kan bruges til at optimere placeringen af droner for at forbedre responstiden ved hjertestop uden for hospital.

I de sidste år har flere studier undersøgt effekten og anvendeligheden ved at levere hjertestartere med droner til et simuleret hjertestop uden for hospital. Studier har vist, hvordan levering af hjertestarter med en drone er mulig uden problemer under droneaktivering, start, landing samt ved førstehjælperens modtagelse af hjertestarteren fra dronen og har bekræftet, at hjertestarteren kunne forventes at ankomme tidligere med drone end med ambulance.^{132,133} Et studie gennemført i Toronto (Canada) estimerede, at ankomsttiden for hjertestarteren kunne reduceres med næsten 7 minutter i tætbefolkede områder og med mere end 10 minutter i tyndt befolkede områder.¹³³ Kortere tid til hjertestarterens ankomst kunne betyde kortere tid til første defibrillering, hvilket i sidste ende kunne forbedre overlevelsen. Droner til levering af hjertestartere kan spille en vigtig rolle i bjerg- og landdistrikter.¹³⁴ Et studie undersøgte førstehjælperes oplevelser med at hente en hjertestarter fra en drone og fandt, at interaktion med dronen i simuleret hjertestop uden for hospital blev opfattet som sikker og anvendelig for lægfolk.¹³⁵

Teknologiens indvirken på erkendelse af hjertestop, præstation under hjertestop samt personrelaterede effektmål er fortsat ukendt. Yderligere forskning er nødvendig for at forstå, hvordan forskellige teknologier kan påvirke erkendelsen af hjertestop (for eksempel kunstig intelligens og videokommunikation), andelen af lægfolk, der yder HLR (for eksempel apps til lokalisering af hjertestartere, smartphones og smartwatches) og overlevelse (for eksempel droner). Opgørelser over implementeringen af og konsekvenserne ved disse teknologier i genoplivningsindsatsen er nyttig for at underbygge fremtidig praksis.

Luftvejsblokering - Fremmedlegeme i luftvejen

Luftvejsblokering som følge af et fremmedlegeme i luftvejen er et almindeligt problem, som i mange tilfælde let kan afhjælpes uden involvering af sundhedspersonale. Fremmedlegemer i luftvejen er dog en vigtig årsag til dødsfald, som følge af ulykke. Det forekommer i alle aldre, men er mest almindeligt hos små børn og ældre voksne.^{136 137,138}

Eftersom de fleste fremmedlegemer i luftvejen er forbundet med fødeindtag, er der ofte andre personer til stede og mulighed for øjeblikkelig førstehjælp. Personer, der oplever et fremmedlegeme i luftvejen,



er til at begynde med ved bevidsthed og reagerer, så der er ofte mulighed for hurtig behandling, som kan være livreddende. For hver gang et fremmedlegeme i luftvejen fører til indlæggelse eller død, er der mange, der behandles effektivt med almindelig førstehjælp i samfundet.

Erkendelse af luftvejsblokering som følge af fremmedlegeme i luftvejen

Erkendelse af luftvejsobstruktion som følge af fremmedlegeme i luftvejen er nøglen til vellykket behandling. Det er vigtigt ikke at forveksle denne nødsituation med besvimelse, blodprop i hjertet, krampeanfald eller andre tilstande, der kan forårsage pludselig vejrtrækningsbesvær, cyanose eller bevidstløshed. Sløvende medicin, alkoholpåvirkning, tilstande med neurologisk påvirkning, der fører til nedsat synke- og hosterefleks, mental svækkelse, udviklingshæmning, demens, dårlig tandstatus og høj alder er faktorer, der øger risikoen for luftvejsobstruktion som følge af fremmedlegeme.^{138.139} Fremmedlegemer associeret med luftvejsobstruktion er oftest faste fødeemner som nødder, druer, kerner, grøntsager, kød og brød.^{137.138} 138 Især børn kan dog også putte alle mulige andre genstande i munden.¹³⁷

Et fremmedlegeme kan sidde i den øvre del af luftvejen, luftrøret eller i den nedre del af luftvejen (bronkier og bronkioler).¹⁴⁰ Luftvejsobstruktionen kan være partiel eller komplet. Ved partiel obstruktion kan luft stadig passere rundt om fremmedlegemet, hvilket muliggør en vis vejrtrækning og evnen til at hoste. Komplet obstruktion (kvælning) opstår, når luften ikke kan passere rundt om fremmedlegemet. Ubehandlet vil komplet obstruktion hurtigt (inden for få minutter) forårsage iltmangel, bevidsthedstab og hjertestop. Hurtig behandling er kritisk.

I den engelsksprogede version af kapitel 4 BLS findes behandlingsalgoritmen for en voksen person med luftvejsobstruktion som følge af et fremmedlegeme i luftvejen. Hvis personen er ved bevidsthed, er det vigtigt at spørge "Er du ved at blive kvalt?" En person, der er i stand til at tale, hoste og trække vejret har en mild luftvejsobstruktion. En person, der ikke er i stand til at tale, har svækket hoste, kæmper for at få vejret eller ikke kan trække vejret, har en svær luftvejsobstruktion.

Behandling af fremmedlegeme i luftvejen

ILCOR's systematiske *review* og CoSTR,^{112,141} har dannet grundlag for guidelines for behandling af luftvejsobstruktion som følge af et fremmedlegeme i luftvejen og fremhæver vigtigheden af hurtig førstehjælp.^{142.143}

Person ved bevidsthed med et fremmedlegeme i luftvejen

En person, der er ved bevidsthed og i stand til at hoste, skal opfordres til at gøre det, da hoste genererer høje og vedvarende luftvejstryk og kan fjerne fremmedlegemet.^{142,144,145} Aggressiv behandling med slag i ryggen, tryk i maven samt stød i brystet medfører risiko for skade og kan endda forværre luftvejsobstruktionen. Disse procedurer, især tryk i maven, er forbeholdt personer, der har tegn på svær luftvejsobstruktion, som manglende evne til at hoste eller udtrætning. Hvis hosten ikke fjerner obstruktionen, eller personen begynder at vise tegn på udtrætning, skal førstehjælperen give op til 5



slag i ryggen. Hvis dét er ineffektivt, skal førstehjælperen give op til 5 tryk i maven. Hvis ingen af delene har effekt, fortsættes i serier med 5 slag i ryggen efterfulgt af 5 tryk i maven.

Bevidstløs person med et fremmedlegeme i luftvejen

Hvis personen på noget tidspunkt bliver bevidstløs og ikke har normal vejtrækning, startes hjertemassage i overensstemmelse med standard BLS-algoritmen og fortsættes, til personen begynder at trække vejret normalt, eller sundhedsprofessionelle behandlere ankommer og tager over.

Baggrunden for dette er, at hjertemassage genererer højere luftvejstryk end tryk i maven og derfor potentielt kan frigøre obstruktionen samtidig med, at det giver et vist blodomløb.¹⁴⁶⁻¹⁴⁸

Ca. 50 % af alle episoder med luftvejsobstruktion som følge af fremmedlegeme i luftvejen løses ikke med én enkelt af de beskrevne teknikker.¹⁴⁴ Sandsynligheden for succes øges ved kombination af slag i ryggen og tryk i maven og om nødvendigt anvende stød i brystet.

Det anbefales ikke at føre fingeren blindt gennem mundhulen (engelsk finger sweep) for at fjerne et fremmedlegeme, hvis fremmedlegemet ikke kan ses. Det kan forværre luftvejsobstruktionen eller forårsage skade på det bløde væv.¹ Forsøg kun at fjerne fremmedlegemet med fingeren, når et fremmedlegeme tydeligt kan ses i mundhulen.

Brugen af Magills tang af uddannede sundhedsprofessionelle falder uden for afgrænsningen af den intenderede målgruppe for ERC's BLS guidelines og er derfor ikke inkluderet i disse guidelines.

Alternative teknikker

I de senere år er flere kommercielt udbudte redskaber til manuel sugning (fjernelse) af fremmedlegemer i luftvejen blevet tilgængelige. ERC har valgt samme tilgang som ILCOR og anbefaler, at der er behov for yderligere evidens i forhold til sikkerhed, effektivitet og uddannelseskrav, før der kan laves anbefalinger for eller imod brugen af disse redskaber.¹ Tilsvarende mangler der evidens for manøvrer, der involverer brug af borde¹⁴⁹ og stole,¹⁵⁰ og disse manøvrer kan derfor ikke indføres i guidelines på nuværende tidspunkt.

Efterbehandling og henvisning til lægelig vurdering

Efter vellykket frigørelse af fremmedlegemet fra luftvejen kan rester af fremmedlegemet være i øvre eller nedre del af luftvejen og forårsage komplikationer senere. Personer med vedvarende hoste, synkebesvær eller fornemmelsen af, at en genstand stadig sidder fast i halsen, bør derfor henvises til lægelig vurdering. Tryk i maven og stød i brystet kan potentielt forårsage alvorlige indre skader, og alle personer, der har været behandlet med disse metoder, skal undersøges af en læge.

Acknowledgement

The Writing Group acknowledges the contributions by Tommaso Scquizzato in drafting the “How technology can help” section. GDP is supported by the by the National Institute for Health Research (NIHR) Applied Research Collaboration (ARC) West Midlands. The views expressed are those of the author(s) and not necessarily those of the NIHR or the Department of Health and Social Care.

Den danske oversættelse

Følgende har deltaget i den danske oversættelse af Guidelines 2021, Chapter 4 – Basic Life Support fra det Europæiske Råd for Genoplivning:

Anne Lippert, sektionschef på CAMES, Copenhagen Academy for Medical Education and Simulation, educator for ERC-kurserne i Danmark

Freddy Lippert, direktør i Region Hovedstadens Akutberedskab medlem af bestyrelsen i Dansk Råd for Genoplivning, ERC Writing group Guidelines 2021

Jens Roland, formand for HLR-AED-styregruppen i Danmark

Jens Rosenberg, overlæge, formand for ALS/EPALS-styregruppen i Danmark

Karen Linding Thomsen, projektleder, Dansk Råd for Genoplivning

Lisbet Schønau, sekretariatschef, Dansk Råd for Genoplivning

Niklas Breindahl, læge, formand for PBLs-styregruppen i Danmark

Theo Walther Jensen, læge, forsker ved Akutberedskabet i Region Hovedstaden samt Præhospital Center, Region Sjælland

Teksten er desuden kvalificeret af Dansk Råd for Genoplivnings ekspertgruppe samt rådsrepræsentanter fra lægefaglige selskaber og regionale akutberedskaber under DRG.



Ordliste

Agonal respiration	Ikke normal vejrtrækning
Antero-posterior	Placering af pads på forsiden og bagsiden af brystkassen
Antero-laterale	Placering af pads på forsiden af og på siden af brystkassen
Antero-apikal	Placering af pads på forsiden af brystkassen og ved hjertespiden
AI	Kunstig intelligens
Defibrillere	At afgive stød med hjertestarter eller defibrillator
Dispatcher	Sundhedsfaglig visitator ved 1-1-2
Basic Life Support	Basal hjertelungeredning og brug af en hjertestarter
HLR	Dansk forkortelse for hjertelungeredning
Hjertestarter	AED (automatisk ekstern defibrillator)
Luftvejsobstruktion	Fremmedlegeme i luftvejen
Myokardie	Hjertemuskulatur
Observationsstudie	Forskning baseret på deltagerobservation
Overkrydsningsforsøg	Forsøg hvor behandling og placebo gives til to forskellige grupper, der derefter bytter
Pads	Stød-elektroder på en hjertestarter
Scientific review	Systematisk afsøgning af et forskningsfelt
Scoping review	Undersøgelse, der samler eksisterende evidens på området og identificerer mangler i evidensen
Systematisk review	Undersøgelse, der samler og opsummerer den tilgængelige evidens på området
Recoil	Brystkassen hæver sig til udgangspositionen mellem kompressioner
RCT	Randomiseret kontrolleret studie, lodtrækningsstudie

Referencer

1. Olasveengen T. Adult Basic Life Support 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2020.
2. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation* 2020;153:45-55.
3. Perkins GD, Morley PT, Nolan JP, et al. International Liaison Committee on Resuscitation: COVID-19 consensus on science, treatment recommendations and task force insights. *Resuscitation* 2020;151:145-7.
4. Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: A systematic review. *Resuscitation* 2020;151:59-66.
5. Koster RW, Sayre MR, Botha M, et al. Part 5: Adult basic life support: 2010 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2010;81 Suppl 1:e48-70.
6. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23-6.
7. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, et al. Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. *Ann Emerg Med* 1999;34:720-9.
8. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 2005;64:109-13.
9. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S7-23.
10. Anonymous. Part 3: adult basic life support. European Resuscitation Council. *Resuscitation* 2000;46:29-71.
11. Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1992;21:1464-7.
12. Debaty G, Labarere J, Frascone RJ, et al. Long-Term Prognostic Value of Gasping During Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Coll Cardiol* 2017;70:1467-76.
13. Bang A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. *Resuscitation* 2003;56:25-34.
14. Riou M, Ball S, Williams TA, et al. 'She's sort of breathing': What linguistic factors determine call-taker recognition of agonal breathing in emergency calls for cardiac arrest? *Resuscitation* 2018;122:92-8.
15. Dami F, Heymann E, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O. Time to identify cardiac arrest and provide dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation in a criteria-based dispatch system. *Resuscitation* 2015;97:27-33.
16. Bohm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerstrom L, Svensson L. Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. *Eur J Emerg Med* 2007;14:256-9.
17. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T, et al. Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. *Emergency Medicine* 2015;32:314-7.
18. Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, Tijssen JG, Koster RW. Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation* 2009;119:2096-102.
19. Travers S, Jost D, Gillard Y, et al. Out-of-hospital cardiac arrest phone detection: those who most need chest compressions are the most difficult to recognize. *Resuscitation* 2014;85:1720-5.
20. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, et al. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. *Acad Emerg Med* 2007; 14: 877-83.
21. Brinkrolf P, Metelmann B, Scharte C, Zarbock A, Hahnenkamp K, Bohn A. Bystander-witnessed cardiac arrest is associated with reported agonal breathing and leads to less frequent bystander CPR. *Resuscitation* 2018;127:114-8.
22. Hardeland C, Sunde K, Ramsdal H, et al. Factors impacting upon timely and adequate allocation of prehospital medical assistance and resources to cardiac arrest patients. *Resuscitation* 2016;109:56-63.
23. Viereck S, Moller TP, Ersboll AK, et al. Recognising out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls increases bystander cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 2017;115:141-7.
24. Feldman MJ, Verbeek PR, Lyons DG, Chad SJ, Craig AM, Schwartz B. Comparison of the medical priority dispatch system to an out-of-hospital patient acuity score. *Acad Emerg Med* 2006;13:954-60.
25. Sporer KA, Johnson NJ. Detailed analysis of prehospital interventions in medical priority dispatch system determinants. *West J Emerg Med* 2011;12:19-29.
26. Clawson J, Olola C, Scott G, Heward A, Patterson B. Effect of a Medical Priority Dispatch System key question addition in the seizure/convulsion/fitting protocol to improve recognition of ineffective (agonal) breathing. *Resuscitation* 2008;79:257-64.
27. Dami F, Rossetti AO, Fuchs V, Yersin B, Hugli O. Proportion of out-of-hospital adult non-traumatic cardiac or respiratory arrest among calls for seizure. *Emergency Medicine* 2012;29:758-60.
28. Schwarzkopf M, Yin L, Hergert L, Drucker C, Counts CR, Eisenberg M. Seizure-like presentation in OHCA creates barriers to dispatch recognition of cardiac arrest. *Resuscitation* 2020;156:230-6.
29. Kamikura T, Iwasaki H, Myojo Y, Sakagami S, Takei Y, Inaba H. Advantage of CPR-first over call-first actions for out-of-hospital cardiac arrests in nonelderly patients and of noncardiac aetiology. *Resuscitation* 2015;96:37-45.
30. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Ann Emerg Med* 1986;15:667-73.
31. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. *J Emerg Med* 2013;44:691-7.

32. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation* 2013;84:1203-7.
33. Park M, Oh WS, Chon SB, Cho S. Optimum Chest Compression Point for Cardiopulmonary Resuscitation in Children Revisited Using a 3D Coordinate System Imposed on CT: A Retrospective, Cross-Sectional Study. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:e576-e84.
34. Lee J, Oh J, Lim TH, et al. Comparison of optimal point on the sternum for chest compression between obese and normal weight individuals with respect to body mass index, using computer tomography: A retrospective study. *Resuscitation* 2018;128:1-5.
35. Nestaas S, Stensaeth KH, Rosseland V, Kramer-Johansen J. Radiological assessment of chest compression point and achievable compression depth in cardiac patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:54.
36. Cha KC, Kim YJ, Shin HJ, et al. Optimal position for external chest compression during cardiopulmonary resuscitation: an analysis based on chest CT in patients resuscitated from cardiac arrest. *Emergency Medicine* 2013;30:615-9.
37. Papadimitriou P, Chalkias A, Mastrokostopoulos A, Kapniari I, Xanthos T. Anatomical structures underneath the sternum in healthy adults and implications for chest compressions. *Am J Emerg Med* 2013;31:549-55.
38. Holmes S, Kirkpatrick ID, Zelop CM, Jassal DS. MRI evaluation of maternal cardiac displacement in pregnancy: implications for cardiopulmonary resuscitation. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213:401 e1-5.
39. Catena E, Ottolina D, Fossali T, et al. Association between left ventricular outflow tract opening and successful resuscitation after cardiac arrest. *Resuscitation* 2019;138:8-14.
40. Park JB, Song IK, Lee JH, Kim EH, Kim HS, Kim JT. Optimal Chest Compression Position for Patients With a Single Ventricle During Cardiopulmonary Resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:303-6.
41. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, et al. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): A scoping review. *Resuscitation* 2020;146:188-202.
42. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 2015;95:81-99.
43. Cheskes S, Common MR, Byers AP, Zhan C, Silver A, Morrison LJ. The association between chest compression release velocity and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;86:38-43.
44. Hwang SO, Cha KC, Kim K, et al. A Randomized Controlled Trial of Compression Rates during Cardiopulmonary Resuscitation. *J Korean Med Sci* 2016;31:1491-8.
45. Kilgannon JH, Kirchoff M, Pierce L, Aunchman N, Trzeciak S, Roberts BW. Association between chest compression rates and clinical outcomes following in-hospital cardiac arrest at an academic tertiary hospital. *Resuscitation* 2017;110:154-61.
46. Kovacs A, Vadeboncoeur TF, Stolz U, et al. Chest compression release velocity: Association with survival and favorable neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;92:107-14.
47. Riyapan S, Naulnark T, Ruangsomboon O, et al. Improving Quality of Chest Compression in Thai Emergency Department by Using Real-Time Audio-Visual Feedback Cardio-Pulmonary Resuscitation Monitoring. *Journal of the Medical Association of Thailand* 2019;102:245-51.
48. Sainio M, Hoppu S, Huhtala H, Eilevstjonn J, Olkkola KT, Tenhunen J. Simultaneous beat-to-beat assessment of arterial blood pressure and quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital and in-hospital settings. *Resuscitation* 2015;96:163-9.
49. Sutton RM, Case E, Brown SP, et al. A quantitative analysis of out-of-hospital pediatric and adolescent resuscitation quality--A report from the ROC epistry-cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;93:150-7.
50. Sutton RM, Reeder RW, Landis W, et al. Chest compression rates and pediatric in-hospital cardiac arrest survival outcomes. *Resuscitation* 2018;130:159-66.
51. 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;71:137-45.
52. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation* 2006;71:283-92.
53. Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992;152:145-9.
54. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2015;43:840-8.
55. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation* 2012;125:3004-12.
56. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005;111:428-34.
57. Ornato JP, Gonzalez ER, Garnett AR, Levine RL, McClung BK. Effect of cardiopulmonary resuscitation compression rate on end-tidal carbon dioxide concentration and arterial pressure in man. *Crit Care Med* 1988;16:241-5.
58. Bohn A, Weber TP, Wecker S, et al. The addition of voice prompts to audiovisual feedback and debriefing does not modify CPR quality or outcomes in out of hospital cardiac arrest--a prospective, randomized trial. *Resuscitation* 2011;82:257-62.
59. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation* 2014;130:1962-70.
60. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:182-8.
61. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation* 2013;84:760-5.
62. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation?*. *Crit Care Med* 2012;40:1192-8.

63. Babbs CF, Kemeny AE, Quan W, Freeman G. A new paradigm for human resuscitation research using intelligent devices. *Resuscitation* 2008;77:306-15.
64. Sutton RM, French B, Niles DE, et al. 2010 American Heart Association recommended compression depths during pediatric in-hospital resuscitations are associated with survival. *Resuscitation* 2014;85:1179-84.
65. Holt J, Ward A, Mohamed TY, et al. The optimal surface for delivery of CPR: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;155:159-64.
66. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. *Resuscitation* 2009;80:79-82.
67. Beesems SG, Koster RW. Accurate feedback of chest compression depth on a manikin on a soft surface with correction for total body displacement. *Resuscitation* 2014;85:1439-43.
68. Nishisaki A, Maltese MR, Niles DE, et al. Backboards are important when chest compressions are provided on a soft mattress. *Resuscitation* 2012;83:1013-20.
69. Sato H, Komazawa N, Ueki R, et al. Backboard insertion in the operating table increases chest compression depth: a manikin study. *Journal of Anesthesia* 2011;25:770-2.
70. Song Y, Oh J, Lim T, Chee Y. A new method to increase the quality of cardiopulmonary resuscitation in hospital. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2013;2013:469-72.
71. Lee S, Oh J, Kang H, et al. Proper target depth of an accelerometer-based feedback device during CPR performed on a hospital bed: a randomized simulation study. *Am J Emerg Med* 2015;33:1425-9.
72. Oh J, Song Y, Kang B, et al. The use of dual accelerometers improves measurement of chest compression depth. *Resuscitation* 2012;83:500-4.
73. Ruiz de Gauna S, Gonzalez-Otero DM, Ruiz J, Gutierrez JJ, Russell JK. A Feasibility Study for Measuring Accurate Chest Compression Depth and Rate on Soft Surfaces Using Two Accelerometers and Spectral Analysis. *Biomed Res Int* 2016;2016:6596040.
74. Oh J, Chee Y, Song Y, Lim T, Kang H, Cho Y. A novel method to decrease mattress compression during CPR using a mattress compression cover and a vacuum pump. *Resuscitation* 2013;84:987-91.
75. Perkins GD, Benny R, Giles S, Gao F, Tweed MJ. Do different mattresses affect the quality of cardiopulmonary resuscitation? *Intensive Care Med* 2003;29:2330-5.
76. Tweed M, Tweed C, Perkins GD. The effect of differing support surfaces on the efficacy of chest compressions using a resuscitation manikin model. *Resuscitation* 2001;51:179-83.
77. Jantti H, Silfvast T, Turpeinen A, Kiviniemi V, Uusaro A. Quality of cardiopulmonary resuscitation on manikins: on the floor and in the bed. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:1131-7.
78. Ahn HJ, Cho Y, You YH, et al. Effect of using a home-bed mattress on bystander chest compression during out-of-hospital cardiac arrest. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine* 2019.
79. Andersen LO, Isbye DL, Rasmussen LS. Increasing compression depth during manikin CPR using a simple backboard. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:747-50.
80. Fischer EJ, Mayrand K, Ten Eyck RP. Effect of a backboard on compression depth during cardiac arrest in the ED: a simulation study. *Am J Emerg Med* 2016;34:274-7.
81. Perkins GD, Smith CM, Augre C, et al. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. *Intensive Care Med* 2006;32:1632-5.
82. Sanri E, Karacabey S. The Impact of Backboard Placement on Chest Compression Quality: A Mannequin Study. *Prehosp Disaster Med* 2019;34:182-7.
83. Putzer G, Fiala A, Braun P, et al. Manual versus Mechanical Chest Compressions on Surfaces of Varying Softness with or without Backboards: A Randomized, Crossover Manikin Study. *J Emerg Med* 2016;50:594-600 e1.
84. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation* 2017;121:201-14.
85. Ashoor HM, Lillie E, Zarin W, et al. Effectiveness of different compression-to-ventilation methods for cardiopulmonary resuscitation: A systematic review. *Resuscitation* 2017;118:112-25.
86. Garza AG, Gratton MC, Salomone JA, Lindholm D, McElroy J, Archer R. Improved patient survival using a modified resuscitation protocol for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2009;119:2597-605.
87. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Circulation* 2017;136:e424-e40.
88. Ma MH, Lu TC, Ng JC, et al. Evaluation of emergency medical dispatch in out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation* 2007;73:236-45.
89. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation* 2009;80:1025-8.
90. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, et al. Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:769-72.
91. Dami F, Fuchs V, Praz L, Vader JP. Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): implementation process and costs. *Resuscitation* 2010;81:848-52.
92. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. *Circulation* 2013;128:1522-30.
93. Nichol G, Leroux B, Wang H, et al. Trial of Continuous or Interrupted Chest Compressions during CPR. *N Engl J Med* 2015;373:2203-14.

94. Gold LS, Fahrenbruch CE, Rea TD, Eisenberg MS. The relationship between time to arrival of emergency medical services (EMS) and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 2010;81:622-5.
95. Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003;289:1389-95.
96. Baker PW, Conway J, Cotton C, et al. Defibrillation or cardiopulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomised control trial. *Resuscitation* 2008;79:424-31.
97. Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *EMA - Emergency Medicine Australasia* 2005;17:39-45.
98. Ma MH, Chiang WC, Ko PC, et al. A randomized trial of compression first or analyze first strategies in patients with out-of-hospital cardiac arrest: results from an Asian community. *Resuscitation* 2012;83:806-12.
99. 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;365:787-97.
100. Sunde K, Jacobs I, Deakin CD, et al. Part 6: Defibrillation: 2010 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2010;81 Suppl 1:e71-85.
101. Jacobs I, Sunde K, Deakin CD, et al. Part 6: Defibrillation: 2010 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 2010;122:S325-37.
102. Semeraro F. European Resuscitation Council Guidelines Systems Saving Lives 2020 Resuscitation 2020.
103. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, et al. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. *BMJ* 2011;342:d512.
104. Couper K, Kimani PK, Abella BS, et al. The System-Wide Effect of Real-Time Audiovisual Feedback and Postevent Debriefing for In-Hospital Cardiac Arrest: The Cardiopulmonary Resuscitation Quality Improvement Initiative. *Crit Care Med* 2015;43:2321-31.
105. Sainio M, Kamarainen A, Huhtala H, et al. Real-time audiovisual feedback system in a physician-staffed helicopter emergency medical service in Finland: the quality results and barriers to implementation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:50.
106. Bobrow BJ, Vadeboncoeur TF, Stolz U, et al. The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2013;62:47-56 e1.
107. Abella BS, Edelson DP, Kim S, et al. CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audiovisual feedback system. *Resuscitation* 2007;73:54-61.
108. Agerskov M, Hansen MB, Nielsen AM, Moller TP, Wissenberg M, Rasmussen LS. Return of spontaneous circulation and long-term survival according to feedback provided by automated external defibrillators. *Acta Anaesthesiol Scand* 2017;61:1345-53.
109. Goharani R, Vahedian-Azimi A, Farzanegan B, et al. Real-time compression feedback for patients with in-hospital cardiac arrest: a multi-center randomized controlled clinical trial. *J Intensive Care* 2019;7:5.
110. Vahedian-Azimi A, Hajiesmaeili M, Amirsavadkouhi A, et al. Effect of the Cardio First Angel device on CPR indices: a randomized controlled clinical trial. *Crit Care* 2016;20:147.
111. Chiang WC, Chen WJ, Chen SY, et al. Better adherence to the guidelines during cardiopulmonary resuscitation through the provision of audio-prompts. *Resuscitation* 2005;64:297-301.
112. Olasveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult Basic Life Support: International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2020;156:A35-A79.
113. White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation* 2010;121:91-7.
114. Haley KB, Lerner EB, Pirralo RG, Croft H, Johnson A, Uihlein M. The frequency and consequences of cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders on patients who are not in cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 2011;15:282-7.
115. Moriwaki Y, Sugiyama M, Tahara Y, et al. Complications of bystander cardiopulmonary resuscitation for unconscious patients without cardiopulmonary arrest. *Journal of emergencies, trauma, and shock* 2012;5:3-6.
116. Tanaka Y, Nishi T, Takase K, et al. Survey of a protocol to increase appropriate implementation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2014;129:1751-60.
117. Lu TC, Chang YT, Ho TW, et al. Using a smartwatch with real-time feedback improves the delivery of high-quality cardiopulmonary resuscitation by healthcare professionals. *Resuscitation* 2019;140:16-22.
118. Park SS. Comparison of chest compression quality between the modified chest compression method with the use of smartphone application and the standardized traditional chest compression method during CPR. *Technol Health Care* 2014;22:351-8.
119. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2316-25.
120. Lee SY, Shin SD, Lee YJ, et al. Text message alert system and resuscitation outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: A before-and-after population-based study. *Resuscitation* 2019;138:198-207.
121. Scquizzato T, Pallanch O, Belletti A, et al. Enhancing citizens response to out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review of mobile-phone systems to alert citizens as first responders. *Resuscitation* 2020;152:16-25.
122. Andelius L, Malta Hansen C, Lippert FK, et al. Smartphone Activation of Citizen Responders to Facilitate Defibrillation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:43-53.
123. Lin YY, Chiang WC, Hsieh MJ, Sun JT, Chang YC, Ma MH. Quality of audio-assisted versus video-assisted dispatcher-instructed bystander cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2018;123:77-85.
124. Lee SY, Song KJ, Shin SD, Hong KJ, Kim TH. Comparison of the effects of audio-instructed and video-instructed dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation on resuscitation outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020;147:12-20.
125. Kim C, Choi HJ, Moon H, et al. Prehospital advanced cardiac life support by EMT with a smartphone-based direct medical control for nursing home cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2019;37:585-9.

126. Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA* 2016;316:2402-10.
127. Rajkumar A, Oren E, Chen K, et al. Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *NPJ Digit Med* 2018;1:18.
128. Blomberg SN, Folke F, Ersboll AK, et al. Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in emergency calls. *Resuscitation* 2019;138:322-9.
129. Chan J, Rea T, Gollakota S, Sunshine JE. Contactless cardiac arrest detection using smart devices. *NPJ Digit Med* 2019;2:52.
130. Kwon JM, Jeon KH, Kim HM, et al. Deep-learning-based out-of-hospital cardiac arrest prognostic system to predict clinical outcomes. *Resuscitation* 2019;139:84-91.
131. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, et al. Identifying the relative importance of predictors of survival in out of hospital cardiac arrest: a machine learning study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2020;28:60.
132. Claesson A, Backman A, Ringh M, et al. Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA* 2017;317:2332-4.
133. Boutillier JJ, Brooks SC, Janmohamed A, et al. Optimizing a Drone Network to Deliver Automated External Defibrillators. *Circulation* 2017;135:2454-65.
134. Vogele A, Strohle M, Paal P, Rauch S, Brugger H. Can drones improve survival rates in mountain areas, providing automated external defibrillators? *Resuscitation* 2020;146:277-8.
135. Sanfridsson J, Sparrevik J, Hollenberg J, et al. Drone delivery of an automated external defibrillator - a mixed method simulation study of bystander experience. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27:40.
136. Fingerhut LA, Cox CS, Warner M. International comparative analysis of injury mortality. Findings from the ICE on injury statistics. *International Collaborative Effort on Injury Statistics. Adv Data* 1998:1-20.
137. Foltran F, Ballali S, Passali FM, et al. Foreign bodies in the airways: a meta-analysis of published papers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012;76 Suppl 1:S12-9.
138. Hemsley B, Steel J, Sheppard JJ, Malandraki GA, Bryant L, Balandin S. Dying for a Meal: An Integrative Review of Characteristics of Choking Incidents and Recommendations to Prevent Fatal and Nonfatal Choking Across Populations. *Am J Speech Lang Pathol* 2019;28:1283-97.
139. Wong SC, Tariq SM. Cardiac arrest following foreign-body aspiration. *Respir Care* 2011;56:527-9.
140. Igarashi Y, Norii T, Sung-Ho K, et al. New classifications for Life-threatening foreign body airway obstruction. *Am J Emerg Med* 2019;37:2177-81.
141. Couper K, Abu Hassan A, Ohri V, et al. Removal of foreign body airway obstruction: A systematic review of interventions. *Resuscitation* 2020;156:174-81.
142. Igarashi Y, Yokobori S, Yoshino Y, Masuno T, Miyauchi M, Yokota H. Prehospital removal improves neurological outcomes in elderly patient with foreign body airway obstruction. *Am J Emerg Med* 2017;35:1396-9.
143. Kinoshita K, Azuhata T, Kawano D, Kawahara Y. Relationships between pre-hospital characteristics and outcome in victims of foreign body airway obstruction during meals. *Resuscitation* 2015;88:63-7.
144. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 1979;7:475-9.
145. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. *Prehosp Emerg Care* 2004;8:196-9.
146. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 2000;44:105-8.
147. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP* 1976;5:675-7.
148. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. *Practitioner* 1978;221:725-9.
149. Blain H, Bonnafous M, Grovalet N, Jonquet O, David M. The table maneuver: a procedure used with success in four cases of unconscious choking older subjects. *Am J Med* 2010;123:1150 e7-9.
150. Pavitt MJ, Swanton LL, Hind M, et al. Choking on a foreign body: a physiological study of the effectiveness of abdominal thrust manoeuvres to increase thoracic pressure. *Thorax* 2017;72:576-8.
1. Olasveengen T. Adult Basic Life Support. 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2020.
2. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, et al. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation* 2020;153:45-55.
3. Perkins GD, Morley PT, Nolan JP, et al. International Liaison Committee on Resuscitation: COVID-19 consensus on science, treatment recommendations and task force insights. *Resuscitation* 2020;151:145-7.
4. Couper K, Taylor-Phillips S, Grove A, et al. COVID-19 in cardiac arrest and infection risk to rescuers: A systematic review. *Resuscitation* 2020;151:59-66.
5. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23-6.
6. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, et al. Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. *Ann Emerg Med* 1999;34:720-9.
7. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation* 2005;64:109-13.
8. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2005;67 Suppl 1:S7-23.
9. Clark JJ, Larsen MP, Cullley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1992;21:1464-7.
10. Debaty G, Labarere J, Frascione RJ, et al. Long-Term Prognostic Value of Gasping During Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Coll Cardiol* 2017;70:1467-76.

11. Bang A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. *Resuscitation* 2003;56:25-34.
12. Riou M, Ball S, Williams TA, et al. 'She's sort of breathing': What linguistic factors determine call-taker recognition of agonal breathing in emergency calls for cardiac arrest? *Resuscitation* 2018;122:92-8.
13. Dami F, Heymann E, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O. Time to identify cardiac arrest and provide dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation in a criteria-based dispatch system. *Resuscitation* 2015;97:27-33.
14. Bohm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerstrom L, Svensson L. Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. *Eur J Emerg Med* 2007;14:256-9.
15. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T, et al. Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. *Emergency Medicine* 2015;32:314-7.
16. Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, Tijssen JG, Koster RW. Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation* 2009;119:2096-102.
17. Travers S, Jost D, Gillard Y, et al. Out-of-hospital cardiac arrest phone detection: those who most need chest compressions are the most difficult to recognize. *Resuscitation* 2014;85:1720-5.
18. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, et al. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. *Acad Emerg Med* 2007; 14: 877-83.
19. Brinkrolf P, Metelmann B, Scharke C, Zarbock A, Hahnenkamp K, Bohn A. Bystander-witnessed cardiac arrest is associated with reported agonal breathing and leads to less frequent bystander CPR. *Resuscitation* 2018;127:114-8.
20. Hardeland C, Sunde K, Ramsdal H, et al. Factors impacting upon timely and adequate allocation of prehospital medical assistance and resources to cardiac arrest patients. *Resuscitation* 2016;109:56-63.
21. Viereck S, Moller TP, Ersboll AK, et al. Recognising out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls increases bystander cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation* 2017;115:141-7.
22. Feldman MJ, Verbeek PR, Lyons DG, Chad SJ, Craig AM, Schwartz B. Comparison of the medical priority dispatch system to an out-of-hospital patient acuity score. *Acad Emerg Med* 2006;13:954-60.
23. Sporer KA, Johnson NJ. Detailed analysis of prehospital interventions in medical priority dispatch system determinants. *West J Emerg Med* 2011;12:19-29.
24. Clawson J, Olola C, Scott G, Heward A, Patterson B. Effect of a Medical Priority Dispatch System key question addition in the seizure/convulsion/fitting protocol to improve recognition of ineffective (agonal) breathing. *Resuscitation* 2008;79:257-64.
25. Dami F, Rossetti AO, Fuchs V, Yersin B, Hugli O. Proportion of out-of-hospital adult non-traumatic cardiac or respiratory arrest among calls for seizure. *Emergency Medicine* 2012;29:758-60.
26. Schwarzkopf M, Yin L, Hergert L, Drucker C, Tæller CR, Eisenberg M. Seizure-like presentation in OHCA creates barriers to dispatch recognition of cardiac arrest. *Resuscitation* 2020.
27. Kamikura T, Iwasaki H, Myojo Y, Sakagami S, Takei Y, Inaba H. Advantage of CPR-first over call-first actions for out-of-hospital cardiac arrests in nonelderly patients and of noncardiac aetiology. *Resuscitation* 2015;96:37-45.
28. Orłowski JP. Optimum position for external cardiac compression in infants and young children. *Ann Emerg Med* 1986;15:667-73.
29. Cha KC, Kim HJ, Shin HJ, Kim H, Lee KH, Hwang SO. Hemodynamic effect of external chest compressions at the lower end of the sternum in cardiac arrest patients. *J Emerg Med* 2013;44:691-7.
30. Qvigstad E, Kramer-Johansen J, Tomte O, et al. Clinical pilot study of different hand positions during manual chest compressions monitored with capnography. *Resuscitation* 2013;84:1203-7.
31. Park M, Oh WS, Chon SB, Cho S. Optimum Chest Compression Point for Cardiopulmonary Resuscitation in Children Revisited Using a 3D Coordinate System Imposed on CT: A Retrospective, Cross-Sectional Study. *Pediatr Crit Care Med* 2018;19:e576-e84.
32. Lee J, Oh J, Lim TH, et al. Comparison of optimal point on the sternum for chest compression between obese and normal weight individuals with respect to body mass index, using computer tomography: A retrospective study. *Resuscitation* 2018;128:1-5.
33. Nestaas S, Stensaeth KH, Rosseland V, Kramer-Johansen J. Radiological assessment of chest compression point and achievable compression depth in cardiac patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016;24:54.
34. Cha KC, Kim YJ, Shin HJ, et al. Optimal position for external chest compression during cardiopulmonary resuscitation: an analysis based on chest CT in patients resuscitated from cardiac arrest. *Emergency Medicine* 2013;30:615-9.
35. Papadimitriou P, Chalkias A, Mastrokostopoulos A, Kapniari I, Xanthos T. Anatomical structures underneath the sternum in healthy adults and implications for chest compressions. *Am J Emerg Med* 2013;31:549-55.
36. Holmes S, Kirkpatrick ID, Zelop CM, Jassal DS. MRI evaluation of maternal cardiac displacement in pregnancy: implications for cardiopulmonary resuscitation. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213:401 e1-5.
37. Catena E, Ottolina D, Fossali T, et al. Association between left ventricular outflow tract opening and successful resuscitation after cardiac arrest. *Resuscitation* 2019;138:8-14.
38. Park JB, Song IK, Lee JH, Kim EH, Kim HS, Kim JT. Optimal Chest Compression Position for Patients With a Single Ventricle During Cardiopulmonary Resuscitation. *Pediatr Crit Care Med* 2016;17:303-6.
39. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, et al. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): A scoping review. *Resuscitation* 2020;146:188-202.
40. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation. *Resuscitation* 2015;95:81-99.
41. Cheskes S, Common MR, Byers AP, Zhan C, Silver A, Morrison LJ. The association between chest compression release velocity and outcomes from out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;86:38-43.
42. Hwang SO, Cha KC, Kim K, et al. A Randomized Controlled Trial of Compression Rates during Cardiopulmonary Resuscitation. *J Korean Med Sci* 2016;31:1491-8.

43. Kilgannon JH, Kirchoff M, Pierce L, Aunchman N, Trzeciak S, Roberts BW. Association between chest compression rates and clinical outcomes following in-hospital cardiac arrest at an academic tertiary hospital. *Resuscitation* 2017;110:154-61.
44. Kovacs A, Vadeboncoeur TF, Stolz U, et al. Chest compression release velocity: Association with survival and favorable neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;92:107-14.
45. Riyapan S, Naulnark T, Ruangsomboon O, et al. Improving Quality of Chest Compression in Thai Emergency Department by Using Real-Time Audio-Visual Feedback Cardio-Pulmonary Resuscitation Monitoring. *Journal of the Medical Association of Thailand* 2019;102:245-51.
46. Sainio M, Hoppu S, Huhtala H, Eilevstjonn J, Olkkola KT, Tenhunen J. Simultaneous beat-to-beat assessment of arterial blood pressure and quality of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital and in-hospital settings. *Resuscitation* 2015;96:163-9.
47. Sutton RM, Case E, Brown SP, et al. A quantitative analysis of out-of-hospital pediatric and adolescent resuscitation quality--A report from the ROC epistry-cardiac arrest. *Resuscitation* 2015;93:150-7.
48. Sutton RM, Reeder RW, Landis W, et al. Chest compression rates and pediatric in-hospital cardiac arrest survival outcomes. *Resuscitation* 2018;130:159-66.
49. 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;71:137-45.
50. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, et al. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation* 2006;71:283-92.
51. Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans: the importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med* 1992;152:145-9.
52. Idris AH, Guffey D, Pepe PE, et al. Chest compression rates and survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med* 2015;43:840-8.
53. Idris AH, Guffey D, Aufderheide TP, et al. Relationship between chest compression rates and outcomes from cardiac arrest. *Circulation* 2012;125:3004-12.
54. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2005;111:428-34.
55. Ornato JP, Gonzalez ER, Garnett AR, Levine RL, McClung BK. Effect of cardiopulmonary resuscitation compression rate on end-tidal carbon dioxide concentration and arterial pressure in man. *Crit Care Med* 1988;16:241-5.
56. Bohn A, Weber TP, Wecker S, et al. The addition of voice prompts to audiovisual feedback and debriefing does not modify CPR quality or outcomes in out of hospital cardiac arrest--a prospective, randomized trial. *Resuscitation* 2011;82:257-62.
57. Stiell IG, Brown SP, Nichol G, et al. What is the optimal chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation of adult patients? *Circulation* 2014;130:1962-70.
58. Vadeboncoeur T, Stolz U, Panchal A, et al. Chest compression depth and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85:182-8.
59. Hellevuo H, Sainio M, Nevalainen R, et al. Deeper chest compression - more complications for cardiac arrest patients? *Resuscitation* 2013;84:760-5.
60. Stiell IG, Brown SP, Christenson J, et al. What is the role of chest compression depth during out-of-hospital cardiac arrest resuscitation?*. *Crit Care Med* 2012;40:1192-8.
61. Babbs CF, Kemeny AE, Quan W, Freeman G. A new paradigm for human resuscitation research using intelligent devices. *Resuscitation* 2008;77:306-15.
62. Sutton RM, French B, Niles DE, et al. 2010 American Heart Association recommended compression depths during pediatric in-hospital resuscitations are associated with survival. *Resuscitation* 2014;85:1179-84.
63. Holt J, Ward A, Mohamed TY, et al. The optimal surface for delivery of CPR: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2020;155:159-64.
64. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest compression depth when performed on a bed. *Resuscitation* 2009;80:79-82.
65. Beesems SG, Koster RW. Accurate feedback of chest compression depth on a manikin on a soft surface with correction for total body displacement. *Resuscitation* 2014;85:1439-43.
66. Nishisaki A, Maltese MR, Niles DE, et al. Backboards are important when chest compressions are provided on a soft mattress. *Resuscitation* 2012;83:1013-20.
67. Sato H, Komazawa N, Ueki R, et al. Backboard insertion in the operating table increases chest compression depth: a manikin study. *Journal of Anesthesia* 2011;25:770-2.
68. Song Y, Oh J, Lim T, Chee Y. A new method to increase the quality of cardiopulmonary resuscitation in hospital. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2013;2013:469-72.
69. Lee S, Oh J, Kang H, et al. Proper target depth of an accelerometer-based feedback device during CPR performed on a hospital bed: a randomized simulation study. *Am J Emerg Med* 2015;33:1425-9.
70. Oh J, Song Y, Kang B, et al. The use of dual accelerometers improves measurement of chest compression depth. *Resuscitation* 2012;83:500-4.
71. Ruiz de Gauna S, Gonzalez-Otero DM, Ruiz J, Gutierrez JJ, Russell JK. A Feasibility Study for Measuring Accurate Chest Compression Depth and Rate on Soft Surfaces Using Two Accelerometers and Spectral Analysis. *Biomed Res Int* 2016;2016:6596040.
72. Oh J, Chee Y, Song Y, Lim T, Kang H, Cho Y. A novel method to decrease mattress compression during CPR using a mattress compression cover and a vacuum pump. *Resuscitation* 2013;84:987-91.
73. Perkins GD, Benny R, Giles S, Gao F, Tweed MJ. Do different mattresses affect the quality of cardiopulmonary resuscitation? *Intensive Care Med* 2003;29:2330-5.

74. Tweed M, Tweed C, Perkins GD. The effect of differing support surfaces on the efficacy of chest compressions using a resuscitation manikin model. *Resuscitation* 2001;51:179-83.
75. Jantti H, Silfvast T, Turpeinen A, Kiviniemi V, Uusaro A. Quality of cardiopulmonary resuscitation on manikins: on the floor and in the bed. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:1131-7.
76. Andersen LO, Isbye DL, Rasmussen LS. Increasing compression depth during manikin CPR using a simple backboard. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:747-50.
77. Fischer EJ, Mayrand K, Ten Eyck RP. Effect of a backboard on compression depth during cardiac arrest in the ED: a simulation study. *Am J Emerg Med* 2016;34:274-7.
78. Perkins GD, Smith CM, Augre C, et al. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. *Intensive Care Med* 2006;32:1632-5.
79. Sanri E, Karacabey S. The Impact of Backboard Placement on Chest Compression Quality: A Mannequin Study. *Prehosp Disaster Med* 2019;34:182-7.
80. Putzer G, Fiala A, Braun P, et al. Manual versus Mechanical Chest Compressions on Surfaces of Varying Softness with or without Backboards: A Randomized, Crossover Manikin Study. *J Emerg Med* 2016;50:594-600 e1.
81. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation* 2017;121:201-14.
82. Ashoor HM, Lillie E, Zarin W, et al. Effectiveness of different compression-to-ventilation methods for cardiopulmonary resuscitation: A systematic review. *Resuscitation* 2017;118:112-25.
83. Garza AG, Gratton MC, Salomone JA, Lindholm D, McElroy J, Archer R. Improved patient survival using a modified resuscitation protocol for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2009;119:2597-605.
84. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, et al. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Circulation* 2017;136:e424-e40.
85. Ma MH, Lu TC, Ng JC, et al. Evaluation of emergency medical dispatch in out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation* 2007;73:236-45.
86. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation* 2009;80:1025-8.
87. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, et al. Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:769-72.
88. Dami F, Fuchs V, Praz L, Vader JP. Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): implementation process and costs. *Resuscitation* 2010;81:848-52.
89. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: time to identify cardiac arrest and deliver chest compression instructions. *Circulation* 2013;128:1522-30.
90. Nichol G, Leroux B, Wang H, et al. Trial of Continuous or Interrupted Chest Compressions during CPR. *N Engl J Med* 2015;373:2203-14.
91. Gold LS, Fahrenbruch CE, Rea TD, Eisenberg MS. The relationship between time to arrival of emergency medical services (EMS) and survival from out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation* 2010;81:622-5.
92. Wik L, Hansen TB, Fylling F, et al. Delaying defibrillation to give basic cardiopulmonary resuscitation to patients with out-of-hospital ventricular fibrillation: a randomized trial. *JAMA* 2003;289:1389-95.
93. Baker PW, Conway J, Cotton C, et al. Defibrillation or cardiopulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomised control trial. *Resuscitation* 2008;79:424-31.
94. Jacobs IG, Finn JC, Oxer HF, Jelinek GA. CPR before defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial. *EMA - Emergency Medicine Australasia* 2005;17:39-45.
95. Ma MH, Chiang WC, Ko PC, et al. A randomized trial of compression first or analyze first strategies in patients with out-of-hospital cardiac arrest: results from an Asian community. *Resuscitation* 2012;83:806-12.
96. 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;365:787-97.
97. Sunde K, Jacobs I, Deakin CD, et al. Part 6: Defibrillation: 2010 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 2010;81 Suppl 1:e71-85.
98. Jacobs I, Sunde K, Deakin CD, et al. Part 6: Defibrillation: 2010 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Circulation* 2010;122:S325-37.
99. Semeraro F. European Resuscitation Council Guidelines Systems Saving Lives 2020 *Resuscitation* 2020.
100. Hostler D, Everson-Stewart S, Rea TD, et al. Effect of real-time feedback during cardiopulmonary resuscitation outside hospital: prospective, cluster-randomised trial. *BMJ* 2011;342:d512.
101. Couper K, Kimani PK, Abella BS, et al. The System-Wide Effect of Real-Time Audiovisual Feedback and Postevent Debriefing for In-Hospital Cardiac Arrest: The Cardiopulmonary Resuscitation Quality Improvement Initiative. *Crit Care Med* 2015;43:2321-31.
102. Sainio M, Kamarainen A, Huhtala H, et al. Real-time audiovisual feedback system in a physician-staffed helicopter emergency medical service in Finland: the quality results and barriers to implementation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2013;21:50.
103. Bobrow BJ, Vadeboncoeur TF, Stolz U, et al. The influence of scenario-based training and real-time audiovisual feedback on out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation quality and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 2013;62:47-56 e1.
104. Abella BS, Edelson DP, Kim S, et al. CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audiovisual feedback system. *Resuscitation* 2007;73:54-61.
105. Agerskov M, Hansen MB, Nielsen AM, Moller TP, Wissenberg M, Rasmussen LS. Return of spontaneous circulation and long-term survival according to feedback provided by automated external defibrillators. *Acta Anaesthesiol Scand* 2017;61:1345-53.

106. Goharani R, Vahedian-Azimi A, Farzanegan B, et al. Real-time compression feedback for patients with in-hospital cardiac arrest: a multi-center randomized controlled clinical trial. *J Intensive Care* 2019;7:5.
107. Vahedian-Azimi A, Hajjesmaeili M, Amirsavdkouhi A, et al. Effect of the Cardio First Angel device on CPR indices: a randomized controlled clinical trial. *Crit Care* 2016;20:147.
108. Chiang WC, Chen WJ, Chen SY, et al. Better adherence to the guidelines during cardiopulmonary resuscitation through the provision of audio-prompts. *Resuscitation* 2005;64:297-301.
109. White L, Rogers J, Bloomingdale M, et al. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation* 2010;121:91-7.
110. Haley KB, Lerner EB, Pirralo RG, Croft H, Johnson A, Uihlein M. The frequency and consequences of cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders on patients who are not in cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care* 2011;15:282-7.
111. Moriwaki Y, Sugiyama M, Tahara Y, et al. Complications of bystander cardiopulmonary resuscitation for unconscious patients without cardiopulmonary arrest. *Journal of emergencies, trauma, and shock* 2012;5:3-6.
112. Tanaka Y, Nishi T, Takase K, et al. Survey of a protocol to increase appropriate implementation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation* 2014;129:1751-60.
113. Lu TC, Chang YT, Ho TW, et al. Using a smartwatch with real-time feedback improves the delivery of high-quality cardiopulmonary resuscitation by healthcare professionals. *Resuscitation* 2019;140:16-22.
114. Park SS. Comparison of chest compression quality between the modified chest compression method with the use of smartphone application and the standardized traditional chest compression method during CPR. *Technol Health Care* 2014;22:351-8.
115. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372:2316-25.
116. Lee SY, Shin SD, Lee YJ, et al. Text message alert system and resuscitation outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: A before-and-after population-based study. *Resuscitation* 2019;138:198-207.
117. Scquizzato T, Pallanch O, Belletti A, et al. Enhancing citizens response to out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review of mobile-phone systems to alert citizens as first responders. *Resuscitation* 2020;152:16-25.
118. Lin YY, Chiang WC, Hsieh MJ, Sun JT, Chang YC, Ma MH. Quality of audio-assisted versus video-assisted dispatcher-instructed bystander cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 2018;123:77-85.
119. Lee SY, Song KJ, Shin SD, Hong KJ, Kim TH. Comparison of the effects of audio-instructed and video-instructed dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation on resuscitation outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020;147:12-20.
120. Kim C, Choi HJ, Moon H, et al. Prehospital advanced cardiac life support by EMT with a smartphone-based direct medical control for nursing home cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2019;37:585-9.
121. Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. *JAMA* 2016;316:2402-10.
122. Rajkumar A, Oren E, Chen K, et al. Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *NPJ Digit Med* 2018;1:18.
123. Blomberg SN, Folke F, Ersboll AK, et al. Machine learning as a supportive tool to recognize cardiac arrest in emergency calls. *Resuscitation* 2019;138:322-9.
124. Chan J, Rea T, Gollakota S, Sunshine JE. Contactless cardiac arrest detection using smart devices. *NPJ Digit Med* 2019;2:52.
125. Kwon JM, Jeon KH, Kim HM, et al. Deep-learning-based out-of-hospital cardiac arrest prognostic system to predict clinical outcomes. *Resuscitation* 2019;139:84-91.
126. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, et al. Identifying the relative importance of predictors of survival in out of hospital cardiac arrest: a machine learning study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2020;28:60.
127. Claesson A, Backman A, Ringh M, et al. Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA* 2017;317:2332-4.
128. Boutillier JJ, Brooks SC, Janmohamed A, et al. Optimizing a Drone Network to Deliver Automated External Defibrillators. *Circulation* 2017;135:2454-65.
129. Vogeles A, Strohle M, Paal P, Rauch S, Brugger H. Can drones improve survival rates in mountain areas, providing automated external defibrillators? *Resuscitation* 2020;146:277-8.
130. Sanfridsson J, Sparrevid J, Hollenberg J, et al. Drone delivery of an automated external defibrillator - a mixed method simulation study of bystander experience. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2019;27:40.
131. Foltran F, Ballali S, Passali FM, et al. Foreign bodies in the airways: a meta-analysis of published papers. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012;76 Suppl 1:S12-9.
132. Hemsley B, Steel J, Sheppard JJ, Malandraki GA, Bryant L, Balandin S. Dying for a Meal: An Integrative Review of Characteristics of Choking Incidents and Recommendations to Prevent Fatal and Nonfatal Choking Across Populations. *Am J Speech Lang Pathol* 2019;28:1283-97.
133. Wong SC, Tariq SM. Cardiac arrest following foreign-body aspiration. *Respir Care* 2011;56:527-9.
134. Igarashi Y, Nori T, Sung-Ho K, et al. New classifications for Life-threatening foreign body airway obstruction. *Am J Emerg Med* 2019;37:2177-81.
135. Igarashi Y, Yokobori S, Yoshino Y, Masuno T, Miyauchi M, Yokota H. Prehospital removal improves neurological outcomes in elderly patient with foreign body airway obstruction. *Am J Emerg Med* 2017;35:1396-9.
136. Kinoshita K, Azuhata T, Kawano D, Kawahara Y. Relationships between pre-hospital characteristics and outcome in victims of foreign body airway obstruction during meals. *Resuscitation* 2015;88:63-7.
137. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med* 1979;7:475-9.
138. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. *Prehosp Emerg Care* 2004;8:196-9.

139. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation* 2000;44:105-8.
140. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP* 1976;5:675-7.
141. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. *Practitioner* 1978;221:725-9.
142. Blain H, Bonnafous M, Grovalet N, Jonquet O, David M. The table maneuver: a procedure used with success in four cases of unconscious choking older subjects. *Am J Med* 2010;123:1150 e7-9.
143. Pavitt MJ, Swanton LL, Hind M, et al. Choking on a foreign body: a physiological study of the effectiveness of abdominal thrust manoeuvres to increase thoracic pressure. *Thorax* 2017;72:576-8.

Tilhørsforhold

A Department of Anesthesiology, Oslo University Hospital and Institute of Clinical Medicine, University of Oslo, Norway

B Department of Anaesthesia, Intensive Care and Emergency Medical Services, Maggiore Hospital, Bologna, Italy

C Department of Anesthesiology, Intensive Care and Emergency, Fondazione IRCCS Ca' Granda, Ospedale Maggiore Policlinico, Milano, Italy, Department of Pathophysiology and Transplantation, University of Milan, Italy

D Emergency Medicine, Helsinki University and Department of Emergency Medicine and Services, Helsinki University Hospital, Helsinki, Finland

E Hadstock, Cambridge, UK.

F Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, V.A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Moscow, Russia

G Department of Emergency Medicine, Antwerp University Hospital and University of Antwerp, Belgium.

H Department of Medicine, School of Medicine, European University Cyprus, Nicosia, Cyprus

I Warwick Clinical Trials Unit, Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, CV4 7AL

West Midlands Ambulance Service, Brierly Hill, West Midlands, DY5 1LX

J Southmead Hospital, North Bristol NHS Trust, Bristol, UK

K Akureyri Hospital, Akureyri, Iceland Institute of Health Science Research, University of Akureyri, Akureyri, Iceland

L Warwick Clinical Trials Unit, Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, University Hospitals Birmingham, Birmingham B9 5SS