

Vad har registerforskningen visat angående hjärtstopp utanför sjukhus?

Johan Herlitz, Svenska Registret för Hjärt-lungräddning

Registerforskning i Sverige som belyser olika aspekter på plötsliga och oväntade hjärtstopp har hittills bidragit till ca 220 vetenskapliga publikationer och 38 doktorsavhandlingar. Det Svenska hjärt-lungräddnings-registret har bidragit till dessa arbeten i mer eller mindre omfattning. Majoriteten av dessa arbeten fokuserar på hjärtstopp utanför sjukhus. I detta kapitel belyses kortfattat vilken kunskap som genererats genom de refereegranskade publikationer som belyser hjärtstopp utanför sjukhus.

Först i mitten på 1990-talet publicerades de första sammanställningarna och då hade det Svenska hjärt-lungräddnings-registret funnits i 4 år. I vissa artiklar som belyser situationen i Göteborg går data tillbaka till början av 1980-talet. Siffrorna inom parentes syftar till referensnummer i publikationslistan.

1 PROGNOTISKA FAKTORER

A. Ej åtgärdbara faktorer

a. Bevittnandegrad

En av de viktigaste faktorerna för om patienten skall ha en chans att överleva är att någon har sett eller hört när patienten kollapsar (20). Cirka 90% av alla överlevare efter hjärtstopp rekryteras från bevitnade fall (76). Skälet till detta är att det tar oftast för lång tid innan behandling kan påbörjas när ingen har bevittnat ett hjärtstopp.

b. Plats

Två tredjedelar av alla hjärtstopp inträffar i hemmet (41). Patienter som drabbas av hjärtstopp i hemmet har visat sig ha en mycket lägre chans till överlevnad. Flera orsaker ligger sannolikt bakom denna observation (41,130).

Patienter som får hjärtstopp i hemmet är äldre och i högre grad multisjuka. De får mindre ofta livräddar-ingripande innan ambulansen är på plats (gamla och sjuka anhöriga eller avsaknad av anhörig). En lokal hjärtstartare finns nästan aldrig tillgänglig när hjärtstoppet inträffar i hemmet. Patienter som får hjärtstopp på arbetsplatsen har visat sig ha en överlevnad på 30% vilket är högre än på någon annan plats med undantag för idrottsanläggning (141).

c. Orsak

Omkring 30-40% av alla hjärtstopp orsakas av något annat än hjärtsjukdom (49,129). Denna grupp av hjärtstopp utgör en blandning av olika orsaker allt ifrån traumatiska hjärtstopp till självmord (14,63,81).

Dessa patienter har totalt sett en lite sämre prognos än de patienter som har en kardiell orsak. Det finns dock subgrupper där chansen att överleva förefaller att vara likartad jämfört med de fall som orsakats av hjärtsjukdom. En sådan grupp som specialstuderats är hjärtstopp orsakat av drunkning (63).

Dessa patienter kännetecknas av att sällan ha kammarflimmer. En stor andel är obevittnade. Det tar relativt lång tid innan räddningstjänst och ambulans är på plats (63). Patienter som får hjärtstopp på grund av drunkning är å andra sidan lite yngre. Chansen att överleva förefaller inte skilja sig påtagligt ställt i relation

till om djupdykare har medverkat (81). Andelen fall där djupdykare har medverkat är relativt liten (81). Patienter som drabbats av hjärtstopp i anslutning till trauma har alltså en dålig prognos (109).

Enligt de senaste Utstein kriterierna, så indelas numera orsaken till hjärtstopp i medicinsk och icke medicinsk orsak (122). Mer än 90% har en medicinsk orsak (122).

d. När

Vid hjärtstopp utanför sjukhus tycks inte chansen till överlevnad påverkas av när på dygnet eller när i veckan som hjärtstoppet inträffar (82).

e. Ålder

Chansen att överleva är lägst bland barn under 1 år, där plötslig spädbarnsdöd är en vanlig orsak (47,50) och bland patienter över 80 år (39). Bland patienter över 18 år finns det ett negativt samband mellan ålder och chans till överlevnad (39,130). Med ökande ålder ses en ökande andel kvinnor och en ökande andel patienter som har kammarflimmer som första registrerade rytm (39,57). Andelen fall som får livräddaringripande minskar med ökande ålder (39,57).

f. Komorbiditet

En ökad komorbiditet (samsjuklighet) är associerad med en sämre prognos (116, 117). Patienter med enbart hypertoni har något sänkt 30 dagars överlevnad (9.1%) men sämst prognos har patienter som har kombinationen hypertoni och hjärtsvikt (6.5%). Bäst prognos har patienterna som har en känd ischemisk hjärtsjukdom (13.1%). Överlevnaden vid diabetes är 8.0% (154). I en omfattande studie var 30 dagars överlevnaden i relation till känd cancersjukdom följande: Ej cancer 9.7%, ej metastaserande cancer 5.7% och metastaserande cancer 2.5%. Specifika cancerformer som var signifikant associerade med försämrad prognos var lungcancer, gynekologisk cancer och hematologisk cancer (162). Även betydelsen av samsjuklighet med hjärtklaffsjukdom har studerats. Förekomsten av aortastenosis, aortainsufficiens och mitralisinsufficiens var 3.1%, 0.7% och 1.3%. Mitralisstenos var extremt ovanligt. Prognosen vid aorta och mitralisinsufficiens var likvärdig med den för patienter utan hjärtklaffsjukdom, medan prognosen vid samtidig aortastenosis var halverad. Bland patienter med hjärtstopp och samtidig aortastenosis där första registrerade rytm var asystoli eller pulslös elektrisk aktivitet så överlevde ingen till 30 dagar (163).

Obesitas (fetma) har beskrivits förekomma i sex procent av hjärtstopp utanför sjukhus. Det var associerat med yngre ålder men samtidigt en 30% reduktion i chansen att överleva. Förekomst av samtidig diabetes minskade överlevnadschansen ytterligare (165).

g. Kön

Kvinnor utgör bara en tredjedel av alla fall av hjärtstopp (37,78). Kvinnorna skiljer sig från männen genom att de är äldre, de får mindre ofta livräddaringripande innan ambulansen är på plats, deras hjärtstopp inträffar mera ofta i hemmet och den första registrerade rytmen är mindre ofta kammarflimmer. De mesta talar alltså emot kvinnorna. Trots detta överlever en större andel kvinnor än män den tidiga fasen (läggs in levande på sjukhus) (22,37,38). Fram till en månad efter inträffat hjärtstopp är andelen överlevare bland kvinnor och män lika (23,37,38). Mot bakgrund av den påtagliga skillnaden i bakgrundsfaktorer så har i tidigare studier kvinnligt kön fallit ut som en stark oberoende prediktor för en ökad chans till överlevnad (37,78). Detta har varit mest tydligt när man specialstuderat patienter med kammarflimmer (78). En av anledningarna skulle kunna vara att män har en mer utbredd kranskärllsjukdom än vad kvinnor har (126).

Det bör dock noteras att i en nyligen genomförd studie där man utvärderat prognostiska faktorer med maskinlärningsteknik så föreföll inte kön att påverka prognosen nämnvärt (130).

h. Socioekonomi

Patienter som bor i områden med en sämre socioekonomi har visats ha en sämre prognos (115). Detta samband är mest tydligt bland patienter som är yngre än 75 år (135). Lägre inkomst är också associerat med en minskad chans att genomgå kranskärslröntgen efter inläggning på sjukhus (134). Även när man utvärderar socioekonomins betydelse på individnivå så visas att såväl sämre ekonomi som sämre utbildning är associerat med en högre dödlighet efter hjärtstopp utanför sjukhus bland kvinnor och bland män (143).

i. Vid idrott

Patienter som får hjärtstopp i anslutning till idrott har en bättre prognos och ungefär varannan patient överlever (107). Speciellt god är prognosen om hjärtstoppet inträffar på en idrottsarena (118). Det finns också ett samband mellan prognosen och ålder respektive kön. Kvinnor överlever i lägre grad än män och överlevnaden sjunker med ökande ålder (144). Förekomst av hjärtstopp i anslutning till idrott är mindre vanligt bland kvinnor jämfört med bland män (144).

j. Covid- 19

Vid hjärtstopp utanför sjukhus, så visades att under Covid -19 pandemin så var ca 10% av fallen orsakade av Covid-19. Bland dessa fall så var dödligheten drygt tre gånger så hög jämfört med övriga fall (138).

B. Delvis åtgärdbara faktorer

a. Ambulansens responstid

Tiden från utlarmning av ambulans till det att ambulansen är framme hos patienten kallas för ambulansens responstid. Denna tid är omvänt relaterad till chansen att överleva, dvs ju längre ambulansresponstid desto lägre chans att överleva (30,46,130,131). Detta är en faktor som åtminstone till en del kan påverkas.

b. Första registrerade rytm

Ju högre andel fall som har kammarflimmer desto större är chansen att överleva (4,10,20,26,33,130). Detta är en faktor som till en del låter sig påverkas. Det föreligger nämligen ett negativt samband mellan tid från hjärtstopp till tid för första EKG-registrering och andelen fall som visar sig ha kammarflimmer (12,26,38). Detta innebär att om man kan förkorta tiden från inträffat hjärtstopp till första EKG-registrering så ökar man andelen fall som har kammarflimmer. Ett annat sätt att öka andelen fall med kammarflimmer är att öka andelen livräddaringripande före ambulansens ankomst. Ju fler tidiga livräddaringripande desto större andel patienter kommer att ha kammarflimmer (3,12).

Bland patienter som inte har en defibrillerbar rytm (kammarflimmer) vid första EKG-registrering så har betydelsen av att så småningom få ett kammarflimmer diskuterats. Vi har funnit detta som ett gynnsamt tecken (67), men här har uppgifter från litteraturen varierat.

Bland patienter som har kammarflimmer så är antalet defibrilleringar som krävs av betydelse för prognosen, dvs ju fler defibrilleringar som krävs, desto sämre är prognosen (108).

Bland patienter som har en icke defibrillerbar rytm så har prognosen visats vara lite bättre vid pulslös elektrisk aktivitet än vid asystoli (114).

Ett sätt att försöka att öka andelen fall med en defibrillerbar rytm är att samutlarma först reponders med ambulans för att därigenom korta tiden till EKG registrering. I en studie i Skåne kunde man visa att samutlarmning med räddningstjänst reducerade tiden till ankomst av första enhet men tiden till första EKG registrering reducerades inte och inte heller vare sig andelen fall med defibrillerbar rytm eller överlevnad (155). I en allsvensk studie har man dock kunnat visa att en dylik samutlarmning har varit associerad med en kortare insatstid och en ökad överlevnad (106).

2 BEHANDLING

A. Kedjan som räddar liv

a. Tidiga varningssignaler och tidigt larm

Vi har funnit ett starkt negativt samband mellan tid från inträffat hjärtstopp till larm och chansen att överleva (42). För varje minut som dröjer till larm minskar chansen att överleva med några procent. Det är också viktigt att larmoperatören gör en korrekt bedömning och uppfattar att det är ett hjärtstopp. Så är inte alltid fallet och då tycks patienten ha en sämre prognos (66). I ett samarbete mellan larmcentralerna i Stockholm, Oslo och Köpenhamn så visades att hjärtstopp identifierades av larmoperatören i mellan 71% och 91% av alla samtal (145). I ett liknande samarbete mellan Danmark och Sverige var motsvarande siffror 81% och 86% (156). American Heart Association (AHA) har gett ut riktlinjer för hur snart efter inkommande samtal som larmoperatören skall misstänka hjärtstopp och hur snabbt som HLR skall kunna påbörjas. Dessa riktlinjer uppfylles inte till fullo på svenska larmcentraler (150). Med hjälp av maskinlärningsteknik så identifieras fler hjärtstopp på larmcentralen under den första minuten av samtalet. En sådan teknik kan alltså utgöra ett viktigt stöd för larmoperatören (146). Det är viktigt att komma ihåg att i en mindre andel av fallen inträffar hjärtstoppet först när ambulansen har larmats ut men innan ambulansen är på plats (60).

b. Tidig hjärt- lungräddning

Dokumentationen av så kallade bystander hjärt-lungräddning (HLR) dvs hjärt- lungräddning påbörjad innan ambulansen är på plats vilar enbart på registerforskningens grund. Detta beror naturligtvis på att en randomiserad studie där patienterna lottas till bystander HLR eller inte kommer aldrig att kunna låta sig göras av etiska skäl.

När man jämför patienter som har erhållit HLR före ambulansens ankomst med dem som har erhållit HLR först när ambulansen är på plats så visar det sig att de som erhållit HLR före ambulansens ankomst är yngre, har mindre samsjuklighet, mera ofta får sitt hjärtstopp utanför hemmet, mer ofta haft ett bevitnat hjärtstopp och mer ofta har kammarflimmer som första registrerade rytm.. Samtliga dessa olikheter gynnar patienterna som erhållit tidig HLR.

När man i en multivariat analys och vid "machine learning" korrigerar för dessa olikheter, så framstår alltså tidig HLR som en stark oberoende prediktor för en ökad chans till överlevnad (3,25,68,89,123,130). Man brukar säga att chansen att överleva 2-3-dubblas om patienten erhåller HLR före ambulansens ankomst (3,25,68,89).

Bland dem som får ett livräddar gripande före ambulansens ankomst så är tidsfördröjningen till dess att hjärt-lungräddningen påbörjas viktig. Chansen att överleva är störst om det inte dröjer mer än 2 minuter innan vittnet har påbörjat hjärt-lungräddning (31,89). Chansen att överleva är också större om vittnet som påbörjar hjärt-lungräddning är medicinskt utbildad jämfört med om det är en lekman (52,105). Det bör erinras att förutsättningarna är mera gynnsamma när vittnet är en medicinskt utbildad person, eftersom hjärtstoppet då mera ofta har inträffat utanför hemmet. Ökningen av överlevnad om HLR påbörjas före ambulansens ankomst är mera påtaglig om hjärtstoppet inträffar utanför hemmet och bland män (89).

I flera arbeten har registret bidragit till kunskap om huruvida enbart bröstkompressioner är ett alternativ till traditionell hjärt-lungräddning (65,74). I den första observationsstudien noterades en likvärdig överlevnad bland patienter som erhöll enbart bröstkompressioner jämfört med traditionell hjärt-lungräddning (65).

Den andra studien som genomfördes på larmcentral var randomiserad. Patienterna lottades av larmoperatören till att inringaren, som var i behov av stöd, gavs antingen enbart instruktion om bröstkompressioner eller bröstkompressioner och mun till munandning. De två alternativen visade sig vara likvärdiga (74). I den sistnämnda studien bidrog registret enbart med stödinformation. Aktuella data visar att det blir allt vanligare att livräddare ger HLR med enbart bröstkompressioner (121). Två aktuella registerstudier varav en från

Sverige (121) och en från hela Europa (140) indikerar dock, i likhet med en äldre registerstudie från Sverige (31), en ökad överlevnad efter traditionell hjärt-lungräddning jämfört med enbart bröstkompressioner. För att göra förvirringen total så har ytterligare en studie publicerats där man med maskinlärningsteknik jämfört de två alternativen och inte kunnat påvisa någon skillnad i överlevnad till 30 dagar (152).

Rekrytering av livräddare har visats öka genom användning av SMS (94).

HLR ingripande före ambulansens ankomst har också relaterats till larmoperatörens agerande.

Bystander HLR som initierats av larmoperatör har visats öka överlevnaden jämfört med ingen HLR, men överlevnaden var högst om vittnet påbörjade HLR spontant utan stöd från larmoperatören (133). I ett samarbete mellan larmcentralerna i Stockholm, Oslo och Köpenhamn visades att mellan 50%-80% av hjärtstopp som identifierades av larmoperatören fick stöd i hjärt-lungräddningen via telefon (145).

c. Tidig defibrillering

Kunskapen om betydelsen av att defibrillera så tidigt som möjligt är precis som betydelsen av tidig hjärt-lungräddning, hämtad från registerforskning (5,18,26,69,88,106). Inga randomiserade studier har, av naturliga skäl, kunnat belysa värdet av att tidigarelägga defibrilleringen ett givet antal minuter. Registerdata visade entydigt att tid från inträffat hjärtstopp till defibrillering är en av de starkaste prediktorerna för chansen till överlevnad. Om publika hjärtstartare används vid kammarflimmer så överlever cirka 70% av patienterna (93,101). Defibrillering före ambulansens ankomst ökar i Europa (112).

Utlarmning av volontära livräddare (SMS livräddare) har visats öka bystander defibrillering före ambulansens ankomst såväl vid hjärtstopp som inträffar i hemmet som hjärtstopp utanför hemmet. Mer än hälften av fallen med kammarflimmer i hemmet defibrillerades före ambulansens ankomst vid utlarmning av volontärer (161). I en liknande studie visades att ett volontärt livräddarsystem, aktiverat via larmcentralen i Holland, Köpenhamn, Stockholm och Västra Götaland, var associerat med en större andel livräddaringripande (såväl HLR som defibrillering) och även med en högre överlevnad till 30 dagar (164). Å andra sidan kunde man i SAMBA studien inte visa att instruktion till SMS livräddare att hämta närmaste hjärtstartare resulterade i ett ökat användande av hjärtstartare jämfört med instruktion att bege sig direkt till platsen för hjärtstopp (166).

d. Tidig avancerad hjärt-lungräddning

Med detta avses i första hand läkemedel och intubation. Denna länk har numera eliminerats från kedjan som räddar liv på grund av avsaknad av dokumentation. Två läkemedel har utvärderats i registerforskningen i Sverige.

Behandling med lidokain visade sig vara associerat med en ökad överlevnad (16). Det finns anledning att tro att man i dessa analyser selekterade fram en grupp patienter med ökad chans till överlevnad. Lidokain har idag baserat på randomiserade studier ersatts av amiodaron.

Behandling med adrenalin har precis som intubation i multivariata analyser fallit ut som en oberoende prediktor för en ökad risk för död (32). Eftersom adrenalin, enligt givna riktlinjer ges till patienter där chansen till överlevnad är väldigt liten, så är risken uppenbar att vi i våra analyser med adrenalin selekterar fram patienter med en mycket liten chans att överleva. För att komma runt detta har vi försökt att skapa en kontrollgrupp inom registret som hade lika dåliga förutsättningar som de som erhöll adrenalin. I sådana jämförelser har adrenalin visats öka patientens chans att läggas in levande på sjukhus (11). Detta är väl förenligt med vad som visats i randomiserade studier utanför Sverige.

e. Vård efter hjärtstopp

I två rapporter har en stor variabilitet kunnat påvisas vad avser överlevnad bland patienter som lagts in levande på sjukhus efter hjärtstopp utanför sjukhus (24,55). Detta indikerar att vården efter hjärtstopp är en betydelsefull länk i kedjan som räddar liv. Det är fortfarande oklart huruvida införandet av terapeutisk

hypotermi och revaskularisering (PCI) med en varierande frekvens har spelat roll (58,64). Tidig koronarangiografi har visats vara associerad med ökad överlevnad även vid frånvaro av ST-höjningar (113). Även bland patienter som inte har ST-höjningar på EKG så uppvisar en stor andel signifikanta stenoser vid kranskärlsröntgen (125). Sannolikheten för kranskärlsförträngningar påverkas av samsjukligheten (125). Det finns en allt större tveksamhet vad gäller betydelsen av terapeutisk hypotermi för prognos (99). En omfattande registerstudie har visat att andelen patienter som överlevt hjärtstopp utanför sjukhus och som genomgår hypotermibehandling i Sverige minskar men detta förefaller inte att påverka sex månaders överlevnaden (159). Ett snabbspår från platsen för inträffat hjärtstopp direkt till kranskärlsröntgen har studerats och visats vara mest lämpligt om enbart patienter med kammarflimmer involveras (110).

ICD (inplanterad defibrillator) är sannolikt allttjämt en underutnyttjad metod (83). De patienter som får ICD har en mycket låg dödlighet under de följande 2 åren (83). Bland de patienter som läggs in levande på sjukhus så har man identifierat faktorer som är associerade med chansen att överleva (34).

De viktigaste är: Ålder, förekomst av diabetes, grad av medvetande vid ankomst till sjukhus samt vilken typ av rytm som förelåg vid hjärtstoppets inträffande.

Fortfarande överlever mindre än hälften av de patienter som läggs in på sjukhus fram till utskrivningen.

Majoriteten av patienterna som dör på sjukhus dör pga en hjärnskada (2).

Hur påverkar kön och ålder kedjan som räddar liv? Tidsfördröjningar till påbörjande av HLR ökar med ökande ålder men påverkas inte nämnvärt av kön (132). Sambandet mellan tid till behandling och överlevnad påverkas inte av ålder, medan sambandet mellan tid till HLR och överlevnad förefaller att vara starkare för män än för kvinnor (132).

B. Andra behandlingsmetoder

a. Mekaniska bröstkompressioner

I en «klusterrandomiserad» studie fick olika delar av ambulanssjukvården i Göteborg och Stockholm använda mekaniska bröstkompressioner. Övriga delar av ambulanssjukvården tjänstgjorde som kontroll. Någon skillnad i överlevnad mellan grupperna sågs inte (59).

De patienter som var tillgängliga för mekaniska bröstkompressioner visade sig vara en grupp med låg chans till överlevnad. Majoriteten av överlevare rekryteras från patienter som defibrilleras snabbt till en pulsgivande rytm och som därför aldrig blir tillgängliga för mekaniska bröstkompressioner (60). Däremot visades att patienter som fick mekaniska bröstkompressioner hade högre värden av endtidalt CO₂ som är ett tecken på en förbättrad cirkulation (70). Observationsstudier ger inget stöd för att behandling med mekaniska bröstkompressioner ökar överlevnaden efter hjärtstopp utanför sjukhus (102-103).

b. Passivt benlyft

I en klusterrandomiserad studie kunde man inte påvisa att passivt benlyft i anslutning till HLR påverkade överlevnaden till 30 dagar.

c) Syrgas

I en studie på 10 000 patienter som vårdats på IVA efter hjärtstopp utanför eller på sjukhus så observerades att hyperoxemi efter hjärtstopp är kopplat till en lägre överlevnad och detta var tydligast för patienter med högst syrgashalt i blodet (160).

3 TILL VILKET LIV RÄDDAR VI PATIENTEN?

I registerforskningen i Sverige har vi hittills huvudsakligen kartlagt överlevnas cerebrala funktion enligt cerebral performance categories (CPC). Idag synes minst 90% av patienterna som skrivs ut levande från sjukhus ha en relativt väl bevarad cerebral funktion (64). Jämfört med tidigare är detta en förbättring (19,64). De patienter som har en defibrillerbar rytm när behandlingen inleds förefaller ha en bättre cerebral funktion än överlevna som har en icke defibrillerbar rytm (76). Mera noggranna kartläggningar har bland annat påvisat social isolering bland överlevna (13). Även samsjuklighet (100,128) påverkar livskvaliteten bland överlevare. Slutligen så förefaller kvinnor och yngre att påverkas mera negativt än män och äldre (111,128). Man har noterat en förbättring i livskvalitet mellan 3 månader och ett år efter hjärtstopp (128). Bland överlevare efter hjärtstopp i åldrarna 65-80 år har symptom på ångest och depression inte visats skilja signifikant jämfört med en ålders och könsmatchad kontrollgrupp. Det fanns i själva verket tendenser som indikerade mindre besvär bland överlevna efter hjärtstopp (142). Det förelåg mindre symptom på ångest och depression bland överlevare efter hjärtstopp utanför sjukhus jämfört med överlevare efter hjärtstopp på sjukhus (142). Generellt så förefaller mått på allmän hälsa och livstillfredställelse indikera en god livskvalité bland överlevare efter hjärtstopp (147).

4 VAD KÄNNETECKNAR ÖVERLEVARNA?

Nästan samtliga överlevare rekryteras från patienter med bevitnade hjärtstopp (76). Fyra av fem överlevare rekryteras från patienterna som har en defibrillerbar rytm vid den första EKG registreringen (76).

5 ÖVERLEVAD PÅ LÅNG SIKT

Den stora majoriteten bland patienter som skrivs ut levande från sjukhus överlever de första åren (6,28,35). Prediktorer för en ökad chans att överleva på lång sikt är: lägre ålder, god cerebral funktion vid utskrivningen, frånvaro av hjärtsjukdom innan hjärtstoppet inträffade samt behandling med betablockerare vid utskrivningen (6).

6 HJÄRTSTOPP SOM INTRÄFFAR NÄR AMBULANSEN ÄR PÅ PLATS

Denna grupp utgör cirka 15% av alla patienter med hjärtstopp där hjärt-lungräddning har påbörjats. Dessa patienter har en något bättre prognos än övriga (80). Bland dessa patienter är den starkaste prediktorn för överlevnad kammarflimmer som första registrerade arytm (80). Om det föreligger kammarflimmer, så överlever cirka 40% (80). Förvånande nog, så är det mindre än hälften av patienterna med hjärtstopp som bevitnats av ambulanspersonalen som visar sig ha kammarflimmer som första registrerade rytm (80).

7 REGIONALA ASPEKTER

Det finns inget samband mellan den regionala befolkningstätheten och den procentuella överlevnaden vid hjärtstopp utanför sjukhus (77). Visserligen är ambulansens responstid längre i de regioner som har en lägre befolkningstäthet men detta kompenseras av en större andel fall med livräddaringripanden före ambulansens ankomst i dessa regioner. Inte osannolikt spelar fördelningen av populationen inom regionen en roll liksom kanske även ambulanstätheten. I en aktuell rapport har visats att överlevnaden i inner-Stockholm är högre än i

dess omgivningar (92).

8 FÖRÄNDRINGAR I TIDEN

På grund av registerforskningen som bedrivits i Göteborg kan vi följa verksamheten kring hjärtstopp utanför sjukhus tillbaka till i början på 80-talet (1).

Ålder: Medelåldern på patienterna ökade möjligen något under 80-talet (29) men har under de följande 20 åren förblivit oförändrad (62, 68).

Livräddaringripande: Andelen fall där livräddaringripande påbörjats före ambulansens ankomst har successivt ökat under de gångna 30 åren (61, 68, 72, 86). Numera sker detta i minst 3 av 4 fall (72). Andelen livräddaringripanden som utförs av lekmän är också i ökande (72). Från 1990-2020 ökar andelen tidiga livräddaringripande från 31% till 82% (151). En likartad ökning har även skett bland unga vuxna (167).

Andel kammarflimmer: Andelen fall som uppvisat kammarflimmer som initial rytm har minskat under 80 och 90-talet men har därefter förblivit ganska oförändrat (43, 44). Från 1990-2020 så minskar andelen kammarflimmer från 39% till 17% (151).

Orsak till hjärtstopp: Bland unga vuxna har kardiell orsak till hjärtstopp halverats medan andelen fall som orsakats av intoxication respektive suicid ökat dramatiskt (167). Även i totalpopulationen har kardiell orsak till hjärtstopp minskat dramatiskt över tid (151).

Andel fall bevittnade av ambulans: Denna andel har ökat successivt under de senaste 20 åren fram till 2012 (80).

Överlevnad: Såväl andelen patienter som läggs in levande på sjukhus som andelen fall som är vid liv efter en månad har ökat med tiden. Ökningen ses framför allt under åren från sekelskiftet fram till cirka 2010 (61, 62, 69, 80, 87). Den ökade överlevnaden under denna tidsperiod ses såväl bland de unga (91) som bland de riktigt gamla (90). Ökningen ses såväl vid hjärtstopp som har en medicinsk orsak som icke medicinsk orsak (122). Från 1990 – 2011 har överlevnaden ökat från 5.7% till 10.1%, därefter är överlevnaden oförändrad fram till 2020. Överlevnaden ökar i alla orsaksgrepp utom trauma, drunkning och kvävning. **Överlevnaden ökar mer bland män jämfört med kvinnor (151) Bland unga vuxna har överlevnaden ökat med ca 5% per år från början på 90-talet till 2020 (167).**

9 KAN VI IDENTIFIERA PATIENTER SOM SAKNAR MÖJLIGHETER ELLER HAR CHANSEN ATT ÖVERLEVA?

Det finns ett flertal faktorer som är associerade med en låg chans till överlevnad. Bland dessa återfinns: icke defibrillerbar rytm, ej bevittnat hjärtstopp, lång ambulansresponstid och frånvaro av livräddaringripanden före ambulansens ankomst. Patienter där samtliga dessa faktorer föreligger har en i det närmaste obefintlig chans att överleva och bland dessa patienter kan man avbryta hjärt-lungräddning snabbt (45,71,79). Även bland de riktigt gamla återfinns dock patienter som räddas till livet med en god cerebral funktion (90). Bland patienter som kommer till akutmottagningen med pågående HLR så kan chansen att överleva de följande 30 dagarna och även det neurologiska utfallet förutsägas med en relativt hög precision med stöd av maskinlärningsteknik (157).

10 NÄR INTRÄFFAR HJÄRTSTOPP?

Majoriteten av plötsliga och oväntade hjärtstopp orsakas av ischemiska händelser. Precis som vad gäller andra ischemiska händelser så finns det en dygnsrytm vid hjärtstopp. Det finns alltså en lätt överrepresentation under morgontimmarna (36).

11 TIDIGARE SJUKHISTORIA

Bland patienter som överlevt den tidiga fasen och lagts in levande på sjukhus har diabetes visats vara associerat med en sämre prognos (53). Ökad samsjuklighet har visats försämra prognosen (116). Rent specifikt har sjukdomstillstånd som diabetes, hjärtsvikt och njursjukdom visats indikera en sämre prognos (116).

12 UTBILDNING I HJÄRT-LUNGRÄDDNING (HLR)

Utbildning i samhället i hjärt- lungräddning har blivit en folkrörelse som pågått sedan 1983. Mer än 100.000 människor utbildas årligen. Detta har detaljerat beskrivits (72). Överlevnaden är lite högre om HLR före ambulansens ankomst ges av medicinskt utbildad personal (104,105).

13 HUR TROVÄRDIGA ÄR VÅRA DATA?

En noggrann kontroll av registerdata mot källdata har indikerat att cirka 25% av hjärtstopp där hjärt- lungräddning påbörjas inte har registrerats i vårt register. Dessa fall har under de senaste åren i ökande omfattning matats in i registret i efterhand. Resultatet antyder att de patienter som registreras i efterhand är något äldre men har en högre överlevnad (84).

14 HUR MÅNGA PATIENTER KAN RÄDDAS I FRAMTIDEN?

Idag räddas mer än 600 människor årligen till livet efter hjärtstopp utanför sjukhus. Beräkningar har gjorts som indikerar att om tid till påbörjande av behandling kunde nedbringas till optimala nivåer på samtliga fall så skulle ytterligare 300 - 400 människor kunna räddas till livet (85).

15 INTERNATIONELLA NÄTVERK

Det svenska registret för hjärt-lungräddning deltar i ett globalt register (95) och i ett europeiskt register (96-98, 120, 124). Resultaten från dessa samarbeten indikerar en stor variabilitet vad gäller överlevnad efter hjärtstopp utanför sjukhus i Europa. Man finner också en stor variabilitet vad gäller andelen fall som får ett livräddarngripande före ambulansens ankomst (124). Det är idag sex länder i Europa som har ett heltäckande register för hjärtstopp utanför sjukhus. Dessa är Sverige, Danmark, Norge, Irland, Portugal och Schweiz (136).

I en sammanställning över epidemiologin för hjärtstopp utanför sjukhus i Europa framkom följande: Det finns någon form av register i 70% av länderna. Den årliga incidensen varierar mellan 67 och 170/ 100 000 invånare. HLR påbörjas i mellan 50-60% av fallen. Bystander HLR påbörjas i 58% av de fall där behandling någon gång har påbörjats med en variation från 13% till 83% mellan olika länder. AED används i 28% med en variation mellan 4% och 59% mellan olika länder. I 80% av bystander initierad HLR erbjuds stöd från

larmcentralen. Ett hjärtstartarregister finns i 75% av länderna. I 90% av länderna finns hjärtstoppscentra för vård efter hjärtstopp. Överlevnaden till en månad är i genomsnitt 8% men varierar mellan 0% och 18%. En tredje kartläggning över hjärtstopp utanför sjukhus i Europa har avslutats och bearbetning pågår (EuReCa THREE). Studieprotokollet för denna kartläggning är publicerad (153).

16 ANDRA POTENTIELLA SJUKVÅRDSVINSTER AV HJÄRT-LUNGRÄDDNING

Forskning har påbörjats för att utreda möjligheten av tidig identifiering av organdonation efter hjärt-lungräddning (127).

17 KAN VI IDENTIFIERA PATIENTER SOM LÖPER RISK ATT FÅ ETT HJÄRTSTOPP?

En analys av patienter som var utan medicinering och utan kontakt med slutensjukvården under två år före inträffat hjärtstopp visade att 23% hade ett tidigare EKG registrerat och 22% av dessa hade ett patologiskt EKG (129). Bland patienter som nyligen genomgått en hjärtinfarkt så predikterar följande faktorer en ökad risk för att få ett hjärtstopp under de närmaste 90 dagarna: 1) manligt kön, 2) känd diabetes, 3) dålig njurfunktion, 4) symptom på hjärtsvikt, 5) nydebuterat förmaksflimmer samt 6) dålig hjärtfunktion vid ultraljud (137).

18 ATT FÖRUTSÄGA RISK FÖR ÅTERFALL

Risken att drabbas av ett återfall under det närmaste året (död eller nytt hjärtstopp) har rapporterats vara 18%. De viktigaste prediktorena är ålder, cerebral funktion (CPC score) samt patientens och familjens ekonomiska situation (158).

19 UPPFÖLJNING AV ANHÖRIGA TILL PATIENTER SOM DRABBATS AV PLÖTSLIG DÖD

I en uppföljning av dryga 100 anhöriga visades att sorgearbetet var speciellt svårartat bland änkor och änkemän. Även hälsoproblem, i första hand ångest var vanligt (148). Totalt uppvisade en femtedel av 100 intervjuade ett förlängt sorgearbete. Sådana situationer kräver ofta ett professionellt stöd (148). Vårdpersonal kan stödja närstående genom att visa omsorg och bistå med information (149).

Avslutande kommentarer

En del av det som återgivits i denna forskningsrapport har tidigare återgivits i registrets årsrapport. Detta belyser hur nära som ett traditionellt kvalitetsregisterarbete står den kliniska forskningen. Definitionen på forskning är enligt etikprövningslagen: «Systematiskt arbete som leder till ny kunskap» Mycket av det kvalitetsregisterarbete som genomförs i Sverige kan naturligtvis införlivas under en sådan rubrik.

Vad avser plötsliga och oväntade hjärtstopp, så vilar den dokumentation som idag finns huvudsakligen på registerforskningens grundvalar. Få randomiserade studier har medfört genomgripande förändringar av riktlinjerna för behandlingsåtgärder.

PUBLIKATIONER SOM GENERERATS AV REGISTERFORSKNING

Rapporter ang. det nationella registret för hjärtstopp utanför sjukhus har årligen sammanställts sedan 1993

1. Ekström L, Herlitz J, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Survival after cardiac arrest outside hospital over a 12-year period in Göteborg. *Resuscitation* 1994;27: 181-187.
2. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Risk indicators for, and symptoms associated with, death among patients hospitalized after out-of-hospital cardiac arrest. *Cor Artery Dis* 1994;5: 407-414.
3. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S. Effect of bystander initiated cardiopulmonary resuscitation on ventricular fibrillation and survival after witnessed cardiac arrest outside hospital. *Br Heart J* 1994;72: 408-412.
4. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Predictors of early and late survival after out of hospital cardiac arrest in which asystole was the first recorded arrhythmia on scene. *Resuscitation*. 1994;28: 27-36.
5. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Survival in patients found to have ventricular fibrillation after cardiac arrest witnessed outside hospital. *Eur Heart J* 1994;15: 1628-1633.
6. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Prognosis among survivors of prehospital cardiac arrest. *Annals Emerg Med* 1995;25: 58-63.
7. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Hospital mortality after out of hospital cardiac arrest among patients found in ventricular fibrillation. *Resuscitation* 1995;29: 11-21.
10. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S. Survival among patients with out-of-hospital cardiac arrest found in electromechanical dissociation. *Resuscitation* 1995;29: 97-106.
11. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S. Adrenalin in out of hospital ventricular fibrillation. Does it make any difference? *Resuscitation* 1995;29: 195-201.

12. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Holmberg S: Type of arrhythmia at EMS arrival on scene in out-of-hospital cardiac arrest in relation to interval from collapse and whether a bystander initiated CPR. *Am J of Emerg Med* 1996;14: 119-123.
13. Stibrant Sunnerhagen K, Johansson O, Herlitz J, Grimby G. Life after cardiac arrest. A retrospective study. *Resuscitation* 1996;31: 135-140.
14. Herlitz J, Rosenfelt M, Bång A, Axelsson Å, Ekström L, Wennerblom B, Lövhagen O, Palmqvist M, Holmberg S. Prognosis among patients with out-of-hospital cardiac arrest judged as being caused by deterioration of obstructive pulmonary disease. *Resuscitation* 1996;32: 177-184.
15. Herlitz J, Axelsson Å, Bång A, Dellborg M, Ekström L, Waagstein L, Wennerblom B, Holmberg S. Ökad överlevnad efter hjärtstopp utanför sjukhus i Göteborg. *Läkartidningen* 1996;48: 4453-4459.
16. Herlitz J, Ekström L, Wennerblom B, Axelsson Å, Bång A, Lindkvist J, Persson N-G, Holmberg S. Lidocaine in out-of-hospital ventricular fibrillation. Does it improve survival? *Resuscitation* 1997;33: 199-205.
17. Herlitz J, Ekström L, Axelsson Å, Bång A, Wennerblom B, Waagstein L, Dellborg M, Holmberg S. Continuation of CPR on admission to Emergency Department after out-of-hospital cardiac arrest. Occurrence, characteristics and outcome. *Resuscitation* 1997;33: 223-231.
18. Herlitz J, Bång A, Holmberg M, Axelsson Å, Lindqvist J, Holmberg S. Rhythm changes during resuscitation from ventricular fibrillation in relation to delay until defibrillation, number of shocks delivered and survival. *Resuscitation* 1997;34: 17-22.
19. Graves JR, Herlitz J, Bång A, Axelsson Å, Ekström L, Holmberg M, Lindqvist J, Sunnerhagen K, Holmberg S. Survivors of out of hospital cardiac arrest. Their prognosis, longevity, and functional status. *Resuscitation* 1997;35: 117-121.
20. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J, Gårdelöv B. Survival after cardiac arrest outside hospital in Sweden. *Resuscitation* 1998;36: 29-36.
21. Herlitz J, Bång A, Axelsson Å, Graves JR, Lindqvist J. Experience with use of automated external defibrillators in out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1998;37: 3-7.
22. Perers E, Abrahamsson P, Bång A, Engdahl J, Lindqvist J, Karlson BW, Waagstein L, Herlitz J. There is a difference in characteristics and outcome between women and men who suffer out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 1999;40: 133-140.
23. Perers E, Abrahamsson P, Bång A, Engdahl J, Karlson BW, Lindqvist J, Waagstein L, Herlitz J. Outcomes of patients hospitalized after out-of-hospital cardiac arrest in relation to sex. *Coron Art Dis* 1999;10: 509-514.
24. Engdahl J, Abrahamsson P, Bång A, Lindqvist J, Karlsson T, Herlitz J. Is hospital care of major importance for outcome after out-of-hospital cardiac arrest? Experience acquired from patients with out-of-hospital cardiac arrest resuscitated by the same Emergency Medical Service and admitted to one of two hospitals over a 16-year period in the municipality of Göteborg. *Resuscitation*. 2000;43: 201-211.
25. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Effect of bystander CPR in out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2000;47: 59-70.
26. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Incidence, duration and survival of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Resuscitation*. 2000;44: 7-17.

27. Holmberg S, Holmberg M, Ekström L, Herlitz J. Många fler kan räddas efter hjärtstopp utanför sjukhus. Förbättrad organisation och utbildning är vad som krävs. *Läkartidningen* 1999;96(17): 2074-2077.
28. Engdahl J, Bång A, Karlson BW, Lindqvist J, Sjölin M, Herlitz J. Long-term mortality among patients discharged alive after out-of-hospital cardiac arrest does not differ markedly compared with that of myocardial infarct patients without out-of-hospital cardiac arrest. *Eur J of Emerg Med* 2001;8: 253-261.
29. Herlitz J, Andersson E, Bång A, Engdahl J, Holmberg M, Lindqvist J, Karlson BW, Waagstein L. Experiences from treatment of out-of-hospital cardiac arrest during 17 years in Göteborg. *Eur Heart J* 2000;21: 1251-1258.
30. Engdahl J, Bång A, Lindqvist J, Herlitz J. Can we define patients with no and those with some chance of survival when found in asystole out of hospital? *Am J Cardiol* 2000;86(6): 610-614.
31. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Factors modifying the effect of bystander-CPR on survival in out-of-hospital cardiac arrest patients in Sweden. *Eur Heart J* 2001;22: 511-519.
32. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. Low chance of survival among patients requiring adrenalin or intubation after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation*. 2002;54: 37-45.
33. Engdahl J, Bång A, Lindqvist J, Herlitz J. Factors affecting short and long-term prognosis among 1069 patients with out-of-hospital cardiac arrest and pulseless electrical activity. *Resuscitation* 2001;51: 17-25.
34. Herlitz J, Bång A, Gunnarsson J, Engdahl J, Karlson BW, Lindqvist J, Waagstein L. Factors associated with survival to hospital discharge among patients hospitalised alive after out-of-hospital cardiac arrest: change in out-come over 20 years in the community of Göteborg, Sweden. *Heart* 2003;89: 25-30
35. Engdahl J, Bång A, Lindqvist J, Herlitz J. Time trends in long-term mortality after out-of-hospital cardiac arrest 1980-1998 and predictors for death. *Am Heart J* 2003;145: 826-833.
36. Herlitz J, Eek M, Holmberg M, Holmberg S. Diurnal, weekly and seasonal rhythm of out of hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2002;54:133-138.
37. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ängquist K-A, Holmberg S. Is female sex associated with increased survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2004;60: 197-203.
38. Holmberg M, Holmberg S, Herlitz J. An alternative estimate of the disappearance rate of ventricular fibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2001;49(2): 219-220.
39. Herlitz J, Eek M, Engdahl J, Holmberg M, Holmberg S. Factors at resuscitation and outcome among patients suffering from out of hospital cardiac arrest in relation to age. *Resuscitation* 2003;58: 309-317.
40. Fredriksson M, Herlitz J, Engdahl J. Nineteen years' experience of out-of-hospital cardiac arrest in Gothenburg – reported in Utstein style. *Resuscitation* 2003;58: 37-47.
41. Herlitz J, Eek M, Holmberg M, Engdahl, Holmberg S. Characteristics and outcome among patients having out of hospital cardiac arrest at home compared with elsewhere. *Heart* 2002;88: 579-582.
42. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ängquist K-A, Holmberg S. A short delay from out of hospital cardiac arrest to call for ambulance increases survival. *Eur Heart J* 2003;24: 1750-1755.

43. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ångquist K-A, Holmberg S. Changes in demographic factors and mortality after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Cor Art Dis* 2005;16: 51-57.
44. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ångquist K-A, Holmberg S. Decrease in the occurrence of ventricular fibrillation as the initially observed arrhythmia after out-of-hospital cardiac arrest during 11 years in Sweden. *Resuscitation* 2004;60: 283-290.
45. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ångquist K-A, Holmberg S. Can we define patients with no chance of survival after out of hospital cardiac arrest? *Heart* 2004;90: 1114-1118.
46. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Ångquist K-A, Young M. Factors associated with an increased chance of survival among patients suffering from out of hospital cardiac arrest in a national perspective in Sweden. *Am Heart J* 2005;149: 61-66.
47. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Ångquist K-A, Holmberg S. Characteristics and outcome among children suffering from out of hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2005;64: 37-40.
48. Hollenberg J, Bång A, Lindqvist J, Herlitz J, Nordlander R, Svensson L, Rosenqvist M. Difference in survival after out of hospital cardiac arrest between the two largest cities in Sweden – a matter of time? *JIM* 2005;257: 247-254.
49. Engdahl J, Bång A, Karlson BW, Lindqvist J, Herlitz J. Characteristics and outcome among patients suffering from out of hospital cardiac arrest of non-cardiac aetiology. *Resuscitation* 2003;57: 33-41
50. Engdahl J, Axelsson Å, Bång A, Karlson BW, Herlitz J. The epidemiology of cardiac arrest in children and young adults. *Resuscitation* 2003;58: 131-138.
51. Engdahl J, Herlitz J. Localization of out-of-hospital cardiac arrest in Göteborg 1994-2002 and implications for public access defibrillation. *Resuscitation* 2005;64: 171-175.
52. Herlitz J, Svensson L, Holmberg S, Ångquist K-A, Young M. Efficacy of bystander CPR: Intervention by lay people and by health care professionals. *Resuscitation* 2005;66: 291-295.
53. Larsson M, Thorén A-B, Herlitz J. A history of diabetes is associated with an adverse outcome among patients admitted to hospital alive after an out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2005;66: 303-307.
54. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Ångquist K-A, Silfverstolpe J, Holmberg S. Association between interval between call for ambulance and return of spontaneous circulation and survival in out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;71: 40-46.
55. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Ångquist K-A, Silfverstolpe J, Holmberg S. Major differences in 1 month survival between hospitals in Sweden among initial survivors of out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2006;70: 404-409.
56. Herlitz J, Svensson L, Silfverstolpe J, Ångquist K-A, Wisten A, Engdahl J, Holmberg S. Characteristics and outcome amongst young adults suffering from out of hospital cardiac arrest in whom cardiopulmonary resuscitation is attempted. *J Internal Med* 2006;260: 435-441.
57. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Gelberg J, Silfverstolpe J, Wisten A, Ångquist K-A, Holmberg S. Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry. *Am J Emerg Med* 2007;25: 1025-1031.

58. Werling M, Thorén A-B, Axelsson C, Herlitz J. Treatment and outcome in post-resuscitation care after out-of-hospital cardiac arrest when a modern therapeutic approach was introduced. *Resuscitation* 2007;73: 40-45.
59. Axelsson C, Nestin J, Svensson L, Axelsson Å, Herlitz J. Clinical consequences of the introduction of mechanical chest compression in the EMS-system for treatment of out-of-hospital cardiac arrest – A pilot study. *Resuscitation* 2006;71: 47-55.
60. Axelsson C, Axelsson Å, Svensson L, Herlitz J. Characteristics and outcome among patients suffering from out-of-hospital cardiac arrest with the emphasis on availability for intervention trials. *Resuscitation* 2007;75: 460-468.
61. Hollenberg J, Herlitz J, Lindqvist J, Riva G, Bohm K, Rosenqvist M, Svensson L. Improved survival after out-of-hospital cardiac arrest is associated with an increase in proportion of emergency crew – witnessed cases and bystander cardiopulmonary resuscitation *Circulation* 2008;118: 389-396
62. Ringh M, Herlitz J, Hollenberg J, Rosenqvist M, Svensson L. Out of hospital cardiac arrest outside home in Sweden, change in characteristics, outcome and availability for public access defibrillation. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2009;17: 18
63. Claesson A, Svensson L, Silfverstolpe J, Herlitz J. Characteristics and outcome among patients suffering out-of-hospital cardiac arrest due to drowning. *Resuscitation*. 2008;76: 381-387.
64. Martinell L, Larsson M, Bång A, Karlsson T, Lindqvist J, Thorén A-B, Herlitz J. Survival in out of hospital cardiac arrest before and after use of advanced post resuscitation care. A survey focusing on incidence patient characteristics, survival and estimated cerebral function after postresuscitation care. *Am J Emerg Med*. 2010;28: 543-551.
65. Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L, Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 2007;116: 2908-2912.
66. Axelsson C, Borgström J, Karlsson T, Axelsson Å, Herlitz J. Dispatch codes of out-of-hospital cardiac arrest should be diagnosis related rather than symptom related. *Eur J Emerg Med* 2010;17: 265-269.
67. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Silfverstolpe J. Characteristics and outcome in out-of-hospital cardiac arrest when patients are found in a non-shockable rhythm. *Resuscitation* 2008;76: 31-36.
68. Nordberg P, Hollenberg J, Herlitz J, Rosenqvist, Svensson L. Aspects on the increase in bystander CPR in Sweden and its association with outcome. *Resuscitation* 2009;80: 329-333.
69. Hollenberg J, Riva G, Bohm K, Nordberg P, Larsen R, Herlitz J, Pettersson H, Rosenqvist M, Svensson L. Dual dispatch early defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest – the SALSA-project. *Eur Heart J* 2009;30: 1781-1789.
70. Axelsson C, Karlsson T, Axelsson ÅB, Herlitz J. Mechanical Active Compression-Decompression Cardiopulmonary Resuscitation (ACD – CPR) versus manual CPR according to Pressure of End Tidal Carbon Dioxide (PETCO₂) during CPR in out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). *Resuscitation* 2009;80: 1099 – 1103.
71. Skrifvars MB, Vayrynen T, Kuisma M, Castren M, Parr MJ, Silfverstolpe J, Svensson L, Jonsson L, Herlitz J. Comparison of Helsinki and European Resuscitation Council «do not attempt to resuscitate» guidelines, and a termination of resuscitation clinical prediction rule for out-of-hospital cardiac arrest patients found in asystole or pulseless electrical activity.

- Resuscitation 2010;81: 679-684.
72. Strömsöe A, Andersson B, Ekström L, Herlitz J, Axelsson A, Göransson KE, Svensson L, Holmberg S. Education in cardiopulmonary resuscitation in Sweden and its clinical consequences. *Resuscitation* 2010;81: 211-216.
 73. Svensson L, Wahlin R, Castrén M, Rosenqvist M, Hollenberg J, Herlitz J. Fler kan räddas efter hjärtstopp utanför sjukhus. 10.000 drabbas varje år – bara drygt 300 överlever. *Läkartidningen* 2010;107: 502-505.
 74. Svensson L, Bohm K, Castrén M, Pettersson H, Engerström L, Herlitz J, Rosenqvist M. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *New Engl J Med*. 2010;363: 434-442.
 75. Gräsner JT, Herlitz J, Koster RW, Ortiz FR, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation – Towards a European Cardiac Arrest Registry (EuReCa). *Resuscitation* 2011;82: 989-994.
 76. Holmgren C, Bergfeldt L, Edvardsson N, Karlsson T, Lindqvist J, Silfverstolpe J, Svensson L, Herlitz J. Analysis of initial rhythm, witnessed status and delay to treatment among survivors of out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Heart* 2010;96: 1826-1830.
 77. Strömsöe A, Svensson L, Claesson A, Lindqvist J, Lundström A, Herlitz J. Association between population density and reported incidence, characteristics and outcome after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2011;82: 1307-1313
 78. Adielsson A, Hollenberg J, Karlsson T, Lindqvist J, Lundin S, Silfverstolpe J, Svensson L, Herlitz J. Increase in survival and bystander CPR in out-of-hospital shockable arrhythmia: bystander CPR and female gender are predictors of improved outcome. Experience from Sweden in an 18-year perspective. *Heart* 2011;97: 1391-1396.
 79. Ågård A, Herlitz J, Castrén M, Jonsson L, Sandman L. Guidance for ambulance personnel on decisions and situations related to out-of-hospital CPR. *Resuscitation* 2012;83: 27-31.
 80. Axelsson C, Claesson A, Engdahl J, Herlitz J, Hollenberg J, Lindqvist J, Rosenqvist M, Svensson L. Outcome after out-of-hospital cardiac arrest witnessed by EMS: Changes over time and factors of importance for outcome in Sweden. *Resuscitation* 2012;83: 1253-1258.
 81. Claesson A, Lindqvist J, Ortenwall P, Herlitz J. Characteristics of lifesaving from drowning as reported by the Swedish Fire and Rescue Services 1996-2010. Sweden. *Resuscitation* 2012;83: 1253-1258.
 82. Fredriksson M, Aune S, Bång A, Thorén A-B, Lindqvist J, Karlsson T, Herlitz J. Cardiac arrest outside and inside hospital in a community. Mechanisms behind the differences in outcome and outcome in relation to time of arrest. *Am Heart J*. 2010;159: 749-756
 83. Martinell L, Herlitz J, Lindqvist J, Gottfridsson C. Factors influencing the decision to ICD implantation in survivors of OHCA and its influence on long term survival. *Resuscitation* 2013;84: 213-217.
 84. Strömsöe A, Svensson L, Axelsson AB, Göransson K, Todorova L, Herlitz J. Validity of reported data in the Swedish Cardiac Arrest Register in selected parts in Sweden. *Resuscitation* 2013;84: 952-956
 85. Strömsöe A, Afzelius S, Axelsson C, Källestedt MS, Enlund M, Svensson L, Herlitz J. Improvements in logistics could increase survival after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *J Intern Med* 2013;273: 622-627

86. Claesson A, Lindqvist J, Herlitz J. Cardiac arrest due to drowning- changes over time and factors of importance for survival. *Resuscitation* 2014;85: 644-648
87. Strömsöe A, Svensson L, Axelsson ÅB, Claesson A, Göransson KE, Nordberg P, Herlitz J. Improved outcome in Sweden after out-of-hospital cardiac arrest and possible association with improvements in every link in the chain of survival. *Eur Heart J*. 2015;36: 863-871
88. Nordberg P, Hollenberg J, Rosenqvist M, Herlitz J, Jonsson M, Järnbert-Petterson H, Forsberg S, Dahlqvist T, Ring M, Svensson L. The implementation of a dual dispatch system in out-of-hospital cardiac arrest is associated with improved short and long term survival. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2014;3: 293-303.
89. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, Ringh M, Jonsson M, Axelsson C, Lindqvist J, Karlsson T, Svensson L. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372(24): 2307-2315.
90. Libungan B, Lindqvist J, Strömsöe A, Nordberg P, Hollenberg J, Albertsson P, Karlsson T, Herlitz J. Out-of-hospital cardiac arrest in the elderly: A large-scale population-based study. *Resuscitation* 2015;94: 28-32.
91. Gelberg J, Strömsöe A, Hollenberg J, Radell P, Claesson A, Svensson L, Herlitz J. Improving survival and neurological function for younger age groups after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden: A 20-year comparison. *Pediatr Crit Care Med* 2015;16: 750-757.
92. Nordberg P, Jonsson M, Forsberg S, Ringh M, Fredman D, Riva G. et al. The survival benefit of dual dispatch of EMS and fire-fighters in out-of-hospital cardiac arrest may differ depending on population density - a prospective cohort study. *Resuscitation* 2015;90: 143-149.93.
93. Ringh M, Jonsson M, Nordberg P, Fredman D, Hasselqvist-Ax I, Håkansson F. et al. Survival after Public Access Defibrillation in Stockholm, Sweden - A striking success. *Resuscitation* 2015;91: 1-7.
94. Ringh M, Rosenqvist M, Hollenberg J, Jonsson M, Fredman D, Nordberg P. et al. Mobile-phone dispatch of laypersons for CPR in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 2015;372: 2316-2325
95. Nishiyama C, Brown SP, May S, Iwami T, Koster RW, Beesems SG. et al. Nishiyama C. et al. Apples to apples or apples to oranges? International variation in reporting of process and outcome of care for out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2014;85: 1599-1609
96. Gräsner JT et al. Quality management in resuscitation - Towards a European Cardiac Arrest Registry (EuReCa) *Resuscitation* 2011;82: 989-994.
97. Wnent J. et al. EuReCa ONE - 27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: a prospective observational analysis over one month in 27 resuscitation registries in Europe - the EuReCa ONE study protocol. *Scand J Trauma, Resus Emerg Med*. 2015;23: 7
98. Gräsner JT. EuReCa ONE-27 Nations, One Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe *Resuscitation* 2016;105: 188-195
99. Martinell L, Herlitz J, Karlsson T, Nielsen N, Rylander C. Mild induced hypothermia and survival after out-of-hospital cardiac arrest in a Swedish urban area. *Amer J Emerg Med*. 2017;35: 1595-1600.
100. Axelsson ÅB, Sunnerhagen KS, Herlitz J. Representativity and co-morbidity: Two factors of importance when reporting health status among survivors of cardiac arrest. *Resuscitation* 2016;101: 44-49.

101. Claesson A, Herlitz J, Svensson L, Ottosson L, Bergfeldt L, Engdahl J, Ericson C, Sanden P, Axelsson C, Bremer A. Defibrillation before EMS arrival in western Sweden. *Amer J Emerg Med* 2017;35: 1043-1048.
102. Axelsson C, Herrera MJ, Fredriksson M, Lindqvist J, Herlitz J. Implementation of mechanical chest compression in out-of-hospital cardiac arrest in an EMS system. *Am J Emerg Med*. 2013;31: 1196-1200.
103. Schmidbauer S, Herlitz J, Karlsson T, Axelsson C, Friberg H. Use of automated chest compression devices after out-of-hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation* 2017;120: 95-102.
104. Herlitz J, Svensson L, Holmberg S, Ängquist K-A, Young M. Efficacy of bystander CPR: Intervention by lay people and by health care professionals. *Resuscitation* 2005;66: 291-295.
105. Nord A, Svensson L, Karlsson T, Claesson A, Herlitz J, Nilsson L. Increased survival from out-of-hospital cardiac arrest when off duty medically educated personnel perform CPR compared with laymen. *Resuscitation* 2017;120: 88-94.
106. Hasselqvist-Ax I, Nordberg P, Herlitz J, Svensson L, Jonsson M, Lindqvist J, Ringh M, Claesson A, Björklund J, Andersson J-O, Ericson C, Lindblad P, Engerström L, Rosenqvist M, Hollenberg J. Dispatch of firefighters and police officers in out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide prospective cohort trial using propensity score analysis. *J Am Heart Assoc* 2017;6: e005873.
107. Torell MF, Strömsöe A, Zagerholm E, Herlitz J, Claesson A, Svensson L, Börjesson M. Higher survival rates in exercise-related out-of-hospital cardiac arrests, compared to non-exercise-related – a study from the Swedish Register of Cardiopulmonary Resuscitation. *Eur J Prev Cardiol* 2017;24: 1673-1679.
108. Holmén J, Hollenberg J, Claesson A, Herrera MJ, Azeli Y, Herlitz J, Axelsson C. Survival in ventricular fibrillation with emphasis on the number of defibrillations in relation to other factors at resuscitation. *Resuscitation* 2017;113: 33-38.
109. Djärv T, Axelsson C, Herlitz J, Strömsöe A, Israelsson J, Claesson A. Traumatic cardiac arrest in Sweden 1990-2016 – a population-based national cohort study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018;26: 30.
110. Holmén J, Herlitz J, Axelsson C. Immediate coronary intervention in prehospital cardiac arrest – aiming to save lives. *Am Heart J*. 2018;202: 144-147.
111. Viktorisson A, Sunnerhagen KS, Pöder U, Herlitz J, Axelsson ÅB. Well-being among survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a cross-sectional retrospective study in Sweden. *BMJ Open* 2018:e021729.
112. Zijlstra JA, Koster RW, Blom MT, Lippert FK, Svensson L, Herlitz J, Kramer-Johansen J, Ringh M, Rosenqvist M, Palsgaard Møller T, Tan HL, Beesems SG, Hulleman M, Claesson A, Folke F, Olasveengen TM, Wissenberg M, Hansen CM, Viereck S, Hollenberg J; COSTA study group. Different defibrillation strategies in survivors after out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 2018;104: 1929-1936.
113. Elfwén L, Lagedal R, James S, Jossen M, Jensen U, Ringh M, Claesson A, Oldgren J, Herlitz J, Rubertsson S, Nordberg P. Coronary angiography in out-of-hospital cardiac arrest without ST-elevation on ECG-Short- and long-term survival. *Am Heart J* 2018;200: 90-95.

114. Bergström M, Schmidbauer S, Herlitz J, Rawshani A, Friberg H. Pulseless electrical activity is associated with improved survival in out-of-hospital cardiac arrest with non-shockable rhythm. *Resuscitation* 2018;133: 147-152.
115. Jonsson M, Härkönen J, Ljungman P, Rawshani A, Nordberg P, Svensson L, Herlitz J, Hollenberg J. Survival after out-of-hospital cardiac arrest is associated with area-level socioeconomic status. *Heart* 2019;105: 632-638.
116. Hirlekar G, Jonsson M, Karlsson T, Hollenberg J, Albertsson P, Herlitz J. Comorbidity and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2018;133: 118-123.
117. Hirlekar G, Jonsson M, Karlsson T, Hollenberg J, Albertsson P, Herlitz J. Analysis of data for comorbidity and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Data Brief* 2018;21: 1541-1551.
118. Frisk Torell M, Strömsöe A, Herlitz J, Claesson A, Svensson L, Börjesson M. Outcome of exercise-related out-of-hospital cardiac arrest is dependent on location: Sports arenas vs outside of arenas. *PLoS ONE* 2019;14: e0211723.
119. Holmén J, Herlitz J, Jimenez-Herrera M, Karlsson T, Axelsson C. Passive leg raising in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2019;137: 94-101.
120. Dyson K, Brown SP, May S, Smith K, Koster RW, Beesems SG, Kisma M, Salo A, Finn J, Sterz F, Nürnberger A, Morrison LJ, Olasveengen T, Callaway CW, Shin SD, Gräsner JT, Daya M, Ma MH, Herlitz J, Strömsöe A, Aufderheide TP, Materson S, Wang H, Christenson J, Stiell I, Wilke GM, Idris A, Nishiyama C, Iwami T, Nichol G. International variation in survival after out-of-hospital cardiac arrest: A validation study of the Utstein template. *Resuscitation* 2019;138: 168-181.
121. Riva G, Ringh M, Jonsson M, Svensson L, Herlitz J, Claesson A, Djärv T, Nordberg P, Forsberg S, Rubertsson S, Nord A, Rosenqvist M, Hollenberg J. Survival in out-of-hospital cardiac arrest after standard cardiopulmonary resuscitation or chest compressions only before arrival of Emergency Medical Services: Nationwide study during three guideline periods. *Circulation* 2019 Apr 1. Doi: 10.1161/CirculationAHA.118.038179. In press.
122. Claesson A, Djärv T, Nordberg P, Ringh M, Hollenberg J, Axelsson C, Ravn-Fischer A, Strömsöe A. Medical versus non medical etiology in out-of-hospital cardiac arrest – Changes in outcome in relation to the revised Utstein template. *Resuscitation* 2017;110: 48-55.
123. Hirlekar G, Jonsson M, Karlsson T, Bäck M, Rawshani A, Hollenberg J, Albertsson P, Herlitz J. Comorbidity and bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Heart* 2020. PMID 31974211.
124. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, Koster RW, Materson S, Rossell-Ortiz F, Maurer H, Böttiger BW, Moertl M, Mols P, Alihodovic H, Hadibegovic I, Ioannides M, Truhlar A, Wissenberg M, Salo A, Escutnaire J, Nikolaou N, Nagy E, Steinn Jonsson B, Wright P, Semeraro F, Clarens C, Beesems S, Cebula G, Correia VH, Cimpoesu D, Raffay V, Trenkler S, Markota A, Strömsöe A, Burkart R, Booth S, Bossaert L. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe – Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation* 2020;148: 218-226.

125. Lagedal R, Elfwén L, Jonsson M, Lindgren E, Smekal D, Svensson L, James S, Nordberg P, Rubertsson S. Coronary angiographic findings after cardiac arrest in relation to ECG and comorbidity. *Resuscitation* 2020;146: 213-219.
126. Lindgren E, Covaciu L, Smekal D, Lagedal R, Nordberg P, Elfwén L, Svensson L, Jonsson M, James S, Rubertsson S. Gender differences in utilization of coronary angiography and angiographic findings after out-of-hospital cardiac arrest: A registry study. *Resuscitation* 2019;143: 189-195.
127. af Geijerstam P, Forsberg S, Claesson A, Djärv T, Jonsson M, Nordberg P, Tibell A, Rosell Ortiz F, Ringh M. Potential organ donors after Out-of-hospital Cardiac Arrest during a ten-years period in Stockholm, Sweden. *Resuscitation* 2019;137: 215-220.
128. Viktorisson A, Sunnerhagen KS, Johansson D, Herlitz J, Axelsson Å. One-year longitudinal study of psychological distress and self-assessed health in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *BMJ Open* 2019;9:e029756. doi:10.1136/bmjopen-2019-029756.
129. Holmgren C, Abdon NJ, Bergfeldt L, Edvardsson N, Herlitz J, Karlsson T, Nyström B, Åstrand B. Out-of-hospital cardiac arrest: Causes according to autopsy and electrocardiography – Analysis of 781 patients with neither hospital care nor prescribed medication during the preceding two years. *Resuscitation*. 2020 May;150:65-71. doi; 10.1016/j.resuscitation.2020.02.040.
130. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, Israelsson J, Nordberg P, Strömsöe A, Axelsson C, Herlitz J, Rawshani A. 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 Jun 25;28(1):60. doi: 10.1186/s13049-020-00742-9.
131. Holmén J, Herlitz J, Ricksten SE, Strömsöe A, Hagberg E, Axelsson C, Rawshani A. Shortening Ambulance Response Time Increases Survival in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Am Heart Assoc*. 2020 Nov 3;9(21):e017048. doi: 10.1161/JAHA. 120.017048.
132. Al-Dury N, Rawshani A, Karlsson T, Herlitz J, Ravn-Fischer A. The influence of age and gender on delay to treatment and its association with survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 2020 Nov 18:S0735-6757(20)31043-3. doi: 10.1016/j.ajem.2020.11.033.
133. Riva G, Jonsson M, Ringh M, Claesson A, Djärv T, Forsberg S, Nordberg P, Rubertsson S, Rawshani A, Nord A, Hollenberg J. Survival after dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020 Sep 10:S0300-9572(20)30441-X. doi: 10.1016/j.resuscitation 2020.08.125.
134. Lagedal R, Jonsson M, Elfwén L, Smekal D, Nordberg P, James S, Rubertsson S. Income is associated with the probability to receive early coronary angiography after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2020 Nov; 156:35-41. Doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.08.016. Epub 2020 Aug 25.
135. Jonsson M, Ljungman P, Härkönen J, Van Nieuwenhuizen B, Møller S, Ringh M, Nordberg P; for the ESCAPE-NET investigators. Relationship between socioeconomic status and incidence of out-of-hospital cardiac arrest is dependent on age. *J Epidemiol Community Health*. 2020 Sep;74(9):726-

731. Doi: 10.1136/jech-2019-213296.

136. Tjelmeland I, Mastersson S, Herlitz J et al. Description of Emergency Medical Service, treatment of cardiac arrest patients and cardiac arrest registries in Europe. *Scand J Traum Resusc Emerg* 2020 Oct 19, 28 (1) : 103
137. Faxen J, Jernberg T, Hollenberg J et al. Incidence and Prediction of Out – of – Hospital Cardiac Arrest Within 90 days after Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 2020 Dec 22; 76(25):2926-2936.
138. Sultanian P, Lundgren P, Strömsöe A et al. Cardiac arrest in Covid-19: characteristics and outcome of in- and out- of hospital cardiac arrest. A report from the Swedish Registry for Cardio- pulmonary Resuscitation. *Eur Heart J* 2021 Mar 14; 4 (11): 1094-1106.
139. Gräsner J-T, Herlitz J, Tjelmeland I et al. European Resuscitation Guidelines 2021. Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation* 2021 April ;161: 61.79.
140. Wnent J, Tjelmeland I, Lefering R et al. To ventilate or not to ventilate during bystander CPR- A EuReCa TWO analysis. *Resuscitation* 2021 Sept ; 166: 101-109.
141. Bylow H, Rawshani A, Claesson A et al. Characteristics and outcome after out-of-hospital cardiac arrest with the emphasis on workplaces: an observational study from the Swedish Registry of Cardiopulmonary Resuscitation. *Resus Plus* 2021 Feb 18.
142. Årestedt K, Israelsson J, Djukanovic I et al. Symptom prevalence of Anxiety and Depression in Older Cardiac Arrest Survivors: A Comparative Nationwide Register Study. *J. Clinical Med.* 2021 Sept 21.
143. Jonsson M, Härkänen J, Ljunbgman P et al. Income and Education Are Associated With Survival Differences After Out- of Hospital Cardiac Arrest: Nationwide Observational Study. *Circulation* 2021 Dec 14 ; 144 (24) : 1915-1925.
144. Frisk Torell M, Strömsöe A, Herlitz J et al. Better outcome from exercise related out-of-hospital cardiac arrest in males and in the young: findings from the Swedish Registry of Cardio pulmonary Resuscitation . *Br J Sports Med.* 2022 Feb 19.
145. Hardeland C, Claesson A, Blom M T et al. Description of call handling in emergency medical dispatch centres in Scandinavia: recognition of out-of- hospital cardiac arrest and dispatch assisted CPR. *Scand J Trauma Resu Emerg Med.* 2021; 29:88
146. Byrsell F, Claesson A, Ringh M et al. Machine learning can support dispatch to better and faster recognize out-of-hospital cardiac arrest during emergency calls: A retrospective study. *Resuscitation* 2021 Maj;162: 221-226.
147. Hallström P, Årestedt K, Israelsson J. A comprehensive description of self reported health and life satisfaction in cardiac arrest survivors. *Scand J Trauma Resus Emerg Med.* 2021 Aug 21; 29 (1): 122

148. Carlsson N , Alvarizo A, Bremer A et al. Symptoms of Prolonged Grief and Self-Reported Health among Bereaved Family Members of Persons who died from Sudden Cardiac Arrest. *Omega (Westport)*. 2021 Maj 20.
149. Carlsson N, Bremer A, Alvariza A et al. Losing a close person following death by sudden cardiac arrest: bereaved family members`lived experiences. *Death studies*,2022 46(5) 1139-1148.
150. Byrsell F, Claesson A, Jonsson M et al. Swedish dispatchers compliance with the American Heart Association performance goals for dispatch assisted cardiopulmonary resuscitation and its association with survival in out of hospital cardiac arrest. A retrospective study. *Resuscitation Plus* 2021 Dec 24;9
151. Jerkeman M, Sultanian P , Lundgren P et al Trends in survival after cardiac arrest: a Swedish nationwide study over 30 years. *Eur Heart J* 2022 Aug 4
152. Jerkeman M, Lundgren P, Omerovic et al. Association between type of bystander cardiopulmonary resuscitation and survival in out-of-hospital cardiac arrest: A machine learning study. *Resuscitation Plus* 2022 Juni 14.
153. Wendt J, Masterson S, Maurer H et al. European Registry of Cardiac Arrest-Study-THREE(EuReCa THREE)- An international, prospective multicentre, three months survey of epidemiology, treatment and outcome of patients with out-of-hospital cardiac arrest in Europe- The study protocol. *Resuscitation Plus* 2022 Oct 6.
154. Rawshani A, Hessulf F, Völz S et al. Characteristics, survival and neurologic outcome in out-of-hospital cardiac arrest: A nationwide study of 56203 cases with emphasis on cardiovascular comorbidities. *Resuscitation Plus* 2022 Aug 24.
155. Andrell C, Dankiewicz, Todorova L et al Firefighters as first responders in out-of-hospital cardiac arrest- A retrospective study of a time-gain selective dispatch system in the Skåne region, Sweden. *Resuscitation* Oct 1 2022.
156. Palsgaard Möller T, Andrell C, Viereck S et al. Recognition of out-of-hospital cardiac arrest by medical dispatchers in emergency medical dispatch centers in two countries. *Resuscitation* December 2016 ; 109: 1-8.
157. Hessulf F, Bhatt DL, Engdahl J et al . Predicting survival and neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest using machine learning: the SCARS model. *EBio Medicine*. 2023 Feb 9;89:104464 doi:10.1016/ebiom. 2023. 104464
158. Hellsen G, Rawshani A, Skoglund K et al. Predicting recurrent cardiac arrest in individuals surviving Out -of-Hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 2022 Dec 26: 109698 doi: 10.1016/ jresuscitation. 2022. 109678.
159. Abazi L, Awad A, Nordberg P et al. Long term survival in out-of hospital cardiac arrest patients treated with targeted temperature control at 33 degrees or 36 degrees C: A national registry study. *Resuscitation* 2019 Oct;143:142-147. Doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.08.029.

160. Awad A, Nordberg P, Jonsson M. Hyperoxemia after reperfusion in cardiac arrest patients: a potential dose-response association with 30-day survival. *Crit Care* 2023 Mar 6; 27(1): 86. doi: 10.1186/s 13054-023-04379-9.
161. Andelius L, Malta Hansen C, Jonsson M, et al. Smartphone-activated volunteer responders and bystander defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest in private homes and public locations. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2023; Feb 9;12(2):87-95. Doi: 10.1093/ ehjacc/zuac 165.
162. Hägglund HL, Jonsson M, Hedayati E et al. Poorer survival after Out of Hospital Cardiac Arrest among Cancer Patients- A Population-Based Register Study. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2023 May 20: zuad 053. Doi: 10.1093/ ehjacc/ zuad 053.
163. Dejby E, Bhatt DL, Skoglund K et al. Left-sided valvular heart disease and survival in out-of-hospital cardiac arrest: a nationwide registry based study. *Sci Rep* 2023 Aug 4 ; 13 (1): 12662. doi: 10/1038/s 41598-023-39570-z.
164. Jonsson M, Berglund E ,Baldi E et al . Dispatch of Volunteer Responders to Out-of Hospital Cardiac Arrests. *J Am Coll Cardiol* 2023 Jul 18, 82 (3): 200-210 doi: 10. 1016(j.jacc. 2023.05.017.
165. Hjalmarsson A, Rawshani A, Råmundal T et al. No obesity paradox in out-of-hospital cardiac arrest: Data from the Swedish registry of cardiopulmonary resuscitation. *Resusc Plus* 2023, Aug 10: 15 : 100446. Doi:10/1016/j. resplu.2023. 100446.
166. Berglund E, Hollenberg J, Jonsson M et al. Effect of Smartphone Dispatch of Volunteer Responders on Automated External Defibrillators and Out-of -Hospital Cardiac Arrests: The SAMBA Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol* 2023 Jan 1;8(1): 81-88. Doi: 10.1001/jamacardio: 2022. 4362.
167. Gustavsson L, Rawshani A , Råmunddal T et al. Characteristics,, survival and neurological outcome in out-of-hospital cardiac arrest in young adults in Sweden : A nationwide study. *Resusc Plus* 2023 Nov 10;10;16:100503.doi:10.1016/j.resplu.2023. 100503.