

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

Linas Darginavičius

**IKIHOSPITALINĖS GRANDIES PROCESŲ
OPTIMIZAVIMO IR DISPEČERIO VEIKSMŲ
MODELIAVIMO REIŠMĖ STAIGŲ ŠIRDIES SUSTOJIMĄ
PATYRUSIŲ ŽMONIŲ GAIVINIMO KOKYBEI**

Daktaro disertacija

Medicinos ir sveikatos mokslai,
medicina (M 001)

Kaunas, 2024

Disertacija rengta 2019–2024 metais Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos fakulteto Ekstremaliosios medicinos katedroje.

Mokslinis vadovas

prof. dr. Eglė Vaitkaitienė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Disertacija ginama Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos medicinos mokslo krypties taryboje:

Pirmininkas

prof. dr. Gintarė Šakalytė (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Nariai:

prof. dr. Mindaugas Štelemėkas (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, visuomenės sveikata – M 004);

prof. dr. Antanas Vaitkus (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001);

prof. dr. Pranas Šerpytis (Vilniaus universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001);

prof. habil. dr. Dariusz Timler (Lodzės universitetas, medicinos ir sveikatos mokslai, medicina – M 001).

Disertacija bus ginama viešame medicinos mokslo krypties tarybos posėdyje 2024 m. rugpjūčio 27 dieną 11.00 valandą, Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Slaugos fakulteto 106 auditorijoje.

Disertacijos gynimo vietos adresas: Eivenių g. 2, 50161 Kaunas,

Lietuva.

LITHUANIAN UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCES

Linas Darginavičius

**OPTIMISATION OF PREHOSPITAL PROCESSES AND
EMERGENCY MEDICAL SERVICES DISPATCHERS' ACTIONS TO
IMPROVE THE QUALITY OF CARDIOPULMONARY
RESUSCITATION AFTER SUDDEN CARDIAC ARREST**

Doctoral Dissertation

Medical and Health Sciences,
Medicine (M 001)

Kaunas, 2024

Dissertation has been prepared at the Department of Disaster medicine of the Faculty of Medicine of the Lithuanian University of Health Sciences during the period of 2019–2023 year.

Scientific Supervisor

Prof. Dr. Eglė Vaitkaitienė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Dissertation is defended at the Medical Research Council of the Lithuanian University of Health Sciences.

Chairperson

Prof. Dr. Gintarė Šakalytė (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Members:

Prof. Dr. Mindaugas Štelemėkas (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Public Health – M 004);

Prof. Dr. Antanas Vaitkus (Lithuanian University of Health Sciences, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001);

Prof. Dr. Pranas Šerpytis (Vilnius University, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001);

Prof. Hab. Dr. Dariusz Timler (University of Lodz, Medical and Health Sciences, Medicine – M 001).

Dissertation will be defended at the open session of the Medical Research Council of the Lithuanian University of Health Sciences at 11a.m. on 27th of August 2024 in the auditorium No. 106 of the Faculty of nursing.

Address: Eivenių St. 2, Kaunas, Lithuania.

Skiriu Lietuvos skubiajai medicinai

TURINYS

SANTRUMPOS.....	9
ĮVADAS	11
1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI.....	14
1.1. Darbo tikslas.....	14
1.2. Darbo uždaviniai	14
1.3. Darbo mokslinis naujumas ir aktualumas	14
2. LITERATŪROS APŽVALGA.....	16
2.1. Mirtis už ligoninės ribų	16
2.1.1. Epidemiologija.....	16
2.2. Gyvybės grandinės sudedamosios dalys.....	20
2.2.1. Pagalbos teikimas iki ligoninės.....	22
2.2.2. Pagalbos teikimas skubiosios pagalbos ir intensyviosios terapijos skyriuose	27
2.3. Griuvimų registravimas ir analizė automatiniu būdu.....	29
2.4. Dirbtinis intelektas, mašininis ir gilusis mokymasis	32
3. TYRIMO METODIKA	37
3.1. Medicininio tyrimo bioetika	37
3.2. Tyrimo vieta ir populiacija.....	37
3.3. Tyrimo dalys ir tiriamieji	38
3.4. Statistinė analizė	46
4. REZULTATAI	50
4.1. Gaivinimo už ligoninės ribų baigtims reikšmingi veiksniai ir gaivinimo apimtys 2016–2018 m. laikotarpiu Kauno mieste.....	50
4.2. Bandomojo pagalbos teikėjų tinklo veiklos rezultatai.....	57
4.3. Dirbtinio intelekto pritaikomumas atpažinti staigų širdies sustojimą	59
5. REZULTATŲ APTARIMAS.....	61
IŠVADOS	66

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS.....	67
SUMMARY	68
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	92
PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS	105
Publikacijų kopijos.....	107
PADĖKA	124

SANTRUMPOS

- AID – automatinis išorinis defibriliatorius
- AKS - arterinis kraujo spaudimas
- ASPI - asmens sveikatos priežiūros įstaiga
- CARES – širdies sustojimo registras išgyvenamumui gerinti (angl. *Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival*)
- CCTV - uždaro tinklo vaizdo stebėjimas (angl. *Closed-Circuit Television*)
- CPC - smegenų veiklos kategorijos skalė (angl. *Cerebral Performance Category Score*)
- DI – dirbtinis intelektas
- DNAR - atsisakymas būti gaivinamam (angl. *Do-Not-Attempt to Resuscitate*)
- ED – Skubios pagalbos skyrius (angl. *Emergency Department*)
- EKG – elektrokardiograma
- EMD - elektromechaninė disociacija
- ERC – Europos gaivinimo taryba (angl. *European Resuscitation Council*)
- ESC – Europos kardiologų draugija (angl. *European Society of Cardiology*)
- GMP - greitoji medicinos pagalba
- GMPS – greitosios medicinos pagalbos stotis
- GKS - Glazgo komų skalė
- IQR – interkvartilinis plotis (angl. *Interquartile Range*)
- IŠL – išeminė širdies liga
- ITS - intensyvios terapijos skyrius
- ICU – intensyvios terapijos skyrius (angl. *Intensive Care Unit*)
- JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos
- KD - kvėpavimo dažnis
- LSMU – Lietuvos sveikatos mokslų universitetas
- MI - miokardo infarktas
- Min. – minutės
- MRT – magnetinio rezonanso tomografija
- OR – šansų santykis (angl. *Odds ratio*)
- OHCA - Staigus širdies sustojimas už ligoninės ribų (angl. *Out-of-Hospital Cardiac Arrest*)
- PR - pradinio gaivinimo brigada
- PŽ - specializuoto/pažangaus gaivinimo brigada

p/v - periferinė vena
PVAA - Pirminė vainikinių arterijų angiografija
PVAI - Pirminė vainikinių arterijų intervencija
ROSC – savaiminės kraujotakos sugrįžimas (angl. *Return of Spontaneous Circulation*)
SD - staigi mirtis (angl. *Sudden Death*)
SpO2 - kraujo išotininimas deguonimi
SPS - skubios pagalbos skyrius
SCD - staigi širdinė mirtis (angl. *Sudden Cardiac Death*)
SŠM – staigi širdinė mirtis
SŠS – staigus širdies sustojimas
s – sekundės
SV/ST be pulso - skilvelių virpėjimas/skilvelinė tachikardija be pulso
ŠSD - širdies susitraukimų dažnis
ŪKS – ūminis koronarinis sindromas

IVADAS

Staigus širdies sustojimas yra pavojingas gyvybei įvykis, kai širdis netikėtai nustoja plakti ir nebegali teikti kraujo į smegenis ir kitus gyvybiškai svarbius organus. Dažniausiai tai įvyksta dėl širdies ritmo sutrikimų, tokių kaip skilvelių virpėjimas ar skilvelinė paroksizminė tachikardija. Šios būklės gali atsirasti staiga, be jokių išankstinių požymių, todėl itin svarbi labai greita ir veiksminga aplinkinių reakcija. Gaivinimas yra esminis veiksmas, siekiant atstatyti normalų širdies ritmą ir kraujotaką. Jis apima krūtinės ląstos paspaudimus, o esant galimybei, defibriliaciją - elektros šoką širdies ritmo atkūrimui. Gaivinimo veiksmų efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo gaivinimo pradžios laiko. Kuo greičiau pradedama gaivinimo procedūra, tuo didesnė tikimybė išgelbėti gyvybę ir sumažinti mirčių ar ilgalaikių sveikatos sutrikimų riziką. Taikant gaivinimo veiksmus, koordinuotų veiksmų svarba yra ypač didelė ir gali tiesiogiai lemti paciento išgyvenimo galimybes. Pirmojo asmens, esančio prie staigų širdies sustojimą patyrusio paciento orientacija, skubūs krūtinės ląstos paspaudimai ir savalaikis skambutis greitosios medicinos pagalbos dispečeriui, tolesnių gaivinimo veiksmų koordinavimas tiesiogiai lemia paciento išgyvenimo galimybes. Kiekviena prarasta sekundė sumažina paciento išgyvenimo tikimybę.

Sinchronizuoti krūtinės ląstos paspaudimai ir dirbtinio kvėpavimo veiksmai leidžia užtikrinti širdies ir smegenų kraujotaką bei jų aprūpinimą deguonimi. Defibriliacija yra kritiškai svarbi atkuriant normalų širdies ritmą. Aiški ir efektyvi komunikacija tarp pirmojo gaivintojo ir GMP dispečerio padeda išvengti klaidų ir užtikrina, kad visi gaivinimo veiksmai būtų atliekami tiksliai ir neuždelsti. Dispečerio vadovaujamas gaivinimas pagal aiškius protokolus užtikrina tinkamą pagalbą jau nuo pirmosios sekundės.

Medicinos mokslui žengiant į priekį, nuolat pasiekiami įvairių naujų laimėjimų. Kad ir kaip dziugintų išstobulinti gydymo būdai ar operacijų meistriškumas, deja, vis dar yra sričių, kuriose iki šiol didelio proveržio nėra. Viena jų, šiame disertaciniame darbe analizuojamų temų – staigus širdies sustojimas už ligoninės ribų, kuris yra vienas pagrindinių mirštamumo ir neišgyvenimo priežasčių visame pasaulyje. Kiek staigių širdies sustojimų už ligoninės ribų per metus įvyksta Lietuvoje ir kokie gaivinimo rezultatai, nežinoma, nes Lietuvoje nėra staigių mirčių registro. Tuo tikslu siekėme

ištirti staigų širdies sustojimą už ligoninės ribų patyrusių žmonių gaivinimo apimtį 2016–2018 m. laikotarpiu Kauno mieste bei nustatyti veiksnius, galinčius reikšmingai pagerinti gaivinimo už ligoninės ribų baigtis.

Išgyvenamumas patyrus staigią mirtį įvairiose šalyse ir regionuose labai skiriasi ir vidutiniškai siekia 10 proc.[1,2]. Naujausi tyrimai rodo, jog tikimybė išgyventi gali siekti net 70 proc. ir 7 kartus viršyti išgyvenamumo po širdies sustojimo Europoje vidurkį, jei nukentėjusįjį gaivina ir defibriliuoja įvykio liudininkai dar iki atvykstant GMP, ir tik apie 40 proc. – jei defibriliaciją atlieka GMP medikai, kurie įvykio vietą pasiekia per 10-15 min. Gerų rezultatų pasiekia bendruomenės, kurių nariai aktyviai padeda teikti pagalbą – kuriami pagalbos teikėjų tinklai. Bandomasis pagalbos teikėjų tinklo projektas buvo įgyvendintas ir Lietuvoje. Darbe siekėme įvertinti mobiliąją aplikaciją sujungtų pagalbos teikėjų tinklo aktyvavimo galimybes staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejais.

Dažniausiai staigi klinikinė mirtis įvyksta kitų žmonių akivaizdoje, tačiau kasdieniniame gyvenime pastebima, kad didžioji dalis visuomenės neturi patirties arba nežino, kokių veiksmų imtis, kaip greitai pradėti gaivinti. Svarbu ne tik laiku pradėti gaivinti nukentėjusįjį, bet ir atpažinti, kad viešojoje vietoje nugriuvusiam asmeniui reikalinga skubi pagalba.

Dirbtinis intelektas yra sėkmingai naudojamas analizuojant medicininius vaizdus, kad būtų galima greitai ir tiksliai nustatyti širdies būklę. Dirbtinis intelektas gali analizuoti greitosios pagalbos skambučius ir juos priskirti tam tikro pobūdžio sveikatos sutrikimams, o tokiu atveju nedelsiant būtų aktyvinami skubūs gaivinimo veiksmai. Be to, dirbtinio intelekto ateitis - padėti medicinos personalui analizuoti medicininius duomenis, paciento ligos istoriją ar genetinius duomenis, nustatyti asmenis, kurie turi didesnę riziką ar rizikos veiksnius patirti staigų širdies sustojimą už ligoninės ribų ir laiku taikyti prevencines priemones.

Daugelis viešųjų erdvių yra stebimos vaizdo kameromis. Šiuolaikinės technologijos leidžia ne tik stebėti ar įrašyti vaizdą, bet ir jį analizuoti. Kai staigi klinikinė mirtis ištinka viešojoje vietoje ir šalia nėra žmonių, kurie galėtų padėti, ar šalia esantys asmenys neturi pakankamai įgūdžių, būtų aplaidu nepasinaudoti dirbtinio intelekto galimybėmis. Tuo tikslu sukūrėme eksperimentinį dirbtinio intelekto modelį, kuris leido atpažinti aplinkoje nukritusį asmenį ir toliau sudaryti sąlygas automatiniam greitosios medicinos pagalbos tarnybos informavimui.

Manome, kad dirbtinis intelektas gali reikšmingai prisidėti prie staigų širdies sustojimą patyrusio žmogaus atpažinimo ir pagalbos suteikimo. Sukurti staigaus širdies sustojimo atpažinimo algoritmai gali padėti dirbtiniam intelektui greitai ir tiksliai įvertinti situaciją ir perduoti signalą atitinkamiems įrenginiams. Kai kuriais atvejais, šie įrenginiai gali automatiškai siųsti pagalbos signalą arba įspėjimą medicinos tarnyboms, arba artimiausiems asmenims.

Geras veiksmų koordinavimas, savalaikė skubi pagalba leidžia neuždelsti gaivinimo veiksmų įvykus staigiam širdies sustojimui ir lemia paciento išgyvenamumą bei gyvenimo kokybę. Toks yra galutinis šio darbo tikslas – pagerinti už ligoninės ribų įvykusios staigos mirties atpažinimą, spartinti skubiosios pagalbos kvietimą ir nuoseklų gaivinimo protokolo vykdymą vadovaujant dispečeriui.

1. DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

1.1. Darbo tikslas

Ištirti naujų technologijų panaudojimo galimybes ir atliekamų veiksmų optimizavimą staigų širdies sustojimą patyrusių žmonių gaivinimo kokybei iki ligoninės, kai greitosios medicinos pagalbos dispečeris vadovauja gaivinimo procesui.

1.2. Darbo uždaviniai

1. Ištirti staigų širdies sustojimą už ligoninės ribų patyrusių žmonių gaivinimo apimtį 2016–2018 m. laikotarpiu Kauno mieste.
2. Nustatyti veiksnius, galinčius reikšmingai pagerinti staigų širdies sustojimą patyrusių žmonių gaivinimo už ligoninės ribų baigtis.
3. Įvertinti mobiliąja aplikacija sujungtų pagalbos teikėjų tinklo aktyvavimo galimybes staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejais.
4. Sukurti ir išbandyti dirbtinio intelekto modelį, gebantį viešąją erdvę stebinčiomis kameromis atpažinti nugriuvusį žmogų.

1.3. Darbo mokslinis naujumas ir aktualumas

Įvykus staigiai klinikinei mirčiai, vienas iš svarbiausių veiksnių, lemiančių išgyvenimą, yra laikas iki gaivinimo. Pastebėta, kad gydymo įstaigose taikytų gaivinimų rezultatai dažniausiai būna palankūs gaivinamajam, tačiau vis aktyviau ieškoma būdų, kaip pagerinti ne ligoninėje atliekamų gaivinimų rezultatus.

Dažniausiai staigi klinikinė mirtis įvyksta kitų žmonių akivaizdoje, tačiau kasdieniame gyvenime pastebima, kad didžioji dalis visuomenės neturi patirties arba nežino, kokių veiksmų imtis, kaip greitai pradėti asmens gaivinimo procesą. Keletą metų stebint ir vertinant greitosios medicinos pagalbos (GMP) dispečerio vaidmenį gaivinimo procese, išsiaiškinta, kad kvalifikuotas ir konkretus vadovavimas gaivinimui pagerina staigią klinikinę mirtį patyrusių asmenų baigtis.

Kauno m. GMP stoties skambučių registravimo duomenų bazės analizės duomenimis, sėkmingų gaivinimo atvejų skaičius Kauno mieste yra panašus į Jungtinės Karalystės registro [3].

Kauno m. GMP stotis yra pripažinta tarptautiniu ekselencijos centru [4]. Darbo kokybė, personalo atsakomybės bei kompetencijos leidžia įvertinti dispečerio atliekamus veiksmus ir numatyti procesų optimizavimo gaires, modifikuojant standartinius GMP protokolus, integruojat naujas technologijas [5].

Lietuvoje gaivinimo srityje iki šiol tetirta tik krūtinės ląstos paspaudimų kokybė atliekant gaivinimą. Tyrimų rezultatai buvo reikšmingi šiai mokslo sričiai: tyrėjai vieni pirmųjų pasaulyje nustatė, jog žemo ūgio ir mažo svorio moterims yra sunkiau nei vyrams kokybiškai atlikti krūtinės ląstos paspaudimus pagal tuo metu galiojusias 2010 m. gaivinimo rekomendacijas, ir sukūrė bei išbandė šios problemos sprendimo būdą – keturių rankų krūtinės ląstos paspaudimų metodiką, vadinamąją Andriaus intervenciją. Be to, vieni pirmųjų pasaulyje ištyrė nemokytų gaivinti vyresnio amžiaus visuomenės narių krūtinės ląstos paspaudimų kokybę, kai telefonu vadovauja GMP dispečeris, – tai neabejotinai padėjo sukonzcentruoti dėmesį į atliekamą veiksmą. Pastebėta, kad ne tik Kaune, bet ir visoje Lietuvoje iki šiol nėra staigaus širdies sustojimo epidemiologinių duomenų, nes per pastarąjį dešimtmetį tyrimų neatlikta, o klinacistams bene kasdien tenka susidurti su pacientais po gaivinimo visuomenėje. Taigi natūraliai kyla šie klausimai: kokie veiksniai lemia geresnę nukentėjėlio baigtį ir kokia gydymo taktika turėtų būti pasirenkama. Ieškant atsakymų, pirmiausia buvo atliekamas tyrimas pagal pasaulyje jau standartizuotą modelį, nors Lietuvoje jis niekur nebuvo išbandytas ir pritaikytas. Vėliau, įvertinus pirmojo tyrimo rezultatus, buvo iškeltos hipotezės ir suplanuoti bei įvykdyti tyrimai, kurių vienas – eksperimentinis ir pasaulyje iki šiol neatliktas.

Doktorantas susipažino su visų duomenų pobūdžiu ir visa auditavimo procedūra, kas leido pačiam ne tik rinkti duomenis, bet ir audituoti telefoninius skambučius.

2. LITERATŪROS APŽVALGA

2.1. Mirtis už ligoninės ribų

Pagal Pasaulio sveikatos organizacijos apibrėžimą staigia mirtimi laikoma mirtis, kai nuo sunkios širdies pažaidos staiga, ne vėliau kaip per 24 val. nuo pirmųjų požymių pasireiškimo, miršta iki tol buvęs praktiškai sveikas žmogus.

Remiantis OHCA, duomenims rinkti ir skelbti pasaulyje labiausiai paplitę Utsteino kriterijai. Jie sukurti, kai praeito amžiaus devintajame dešimtmetyje OHCA srities tyrėjai pastebėjo, kad stinga standartų ir nomenklatūros [6]. 1990 m. birželio mėnesį Norvegijos Stavangerio savivaldybėje esančiame Utsteino vienuolyne įvyko pirmasis diskusijų (*focus*) grupės susitikimas, o paskui buvo išleistos pirmosios staigos mirties mokslinių tyrimų gairės. Norint palyginti gaivinimo ir sistemos kokybę, tyrimuose buvo pradėti naudoti Utsteino kriterijai: staigi mirtis įvyko liudininkų akivaizdoje, pirmasis ritmas – defibriliuojamas ir priežastis – širdies sustojimas.

2.1.1. Epidemiologija

Kiek staigių širdies sustojimų už ligoninės ribų per metus įvyksta Lietuvoje ir kokie gaivinimo rezultatai, nežinoma. Lietuvoje nėra staigių mirčių registro.

Informacijos šia tema galima gauti iš TLK-10-AM / ACHI / ACS elektroninio vadovo, kuriame pagal diagnozes galima ieškoti duomenų Higienos instituto Sveikatos informacijos centro Sveikatos statistikos skyriuje [7]. Dėl patologijos įvairiapusiškumo ir medicinos personalo patirties šie įvykiai gali būti koduoti kitais kodais, pvz.: ūminis miokardo infarktas, plaučių embolija, sinkopė, dauginė trauma ir kt., o tai apsunkina tikslios informacijos prieinamumą ir duomenų analizę. Be to, stinga konkrečios informacijos, susijusios su kodu I46 (2.1.1.1 pav.).

	Pastaba:	Šios kategorijos kodai gali būti priskirti tik tada, kai buvo taikytas gaivinimas, nežiūrint į rezultata.
	Išskyrus:	kardiogeninį šoką (R57.0) komplikuojantį: <ul style="list-style-type: none"> • abortą, negimdinį nėštumą arba nėštumą su pūslinė išvisa (O00–O07, O08.8) • akušerines operacijas ir procedūras (O75.4)
I46.0		Širdies sustojimas, kai gaivinimas sėkmingas
I46.1		Staigi kardialinė mirtis, jei taip aprašyta
	Išskyrus:	staigią mirtį: <ul style="list-style-type: none"> • neklasifikuojamą kitaip (R96) • esant: <ul style="list-style-type: none"> • laidumo sutrikimams (I44–I45) • miokardo infarktui (I21–I22)
I46.9		Širdies sustojimas, nepatikslintas

2.1.1.1 pav. TLK-10-AM kodavimas

Staigos mirties už ligoninės ribų dažnumas įvairiose šalyse ir žemynuose skiriasi. Suaugusiųjų grupėje jis vidutiniškai yra 55 atvejai 100 tūkst. gyventojų [8]. Šiaurės Europos regiono šalyse Danijoje [9], Norvegijoje [10], Švedijoje [11], Suomijoje [12], taip pat kaimyninėje Lenkijoje [13] staigos mirties dažnumas panašus. Literatūros duomenimis, kasmet vien tik JAV staigų širdies sustojimą patiria daugiau nei 350 tūkst. žmonių [14].

Staigos mirties dažnumas glaudžiai susijęs su amžiumi – kuo vyresnis žmogus, tuo didesnė tikimybė staiga numirti. Naujagimystės ir ankstyvos vaikystės laikotarpiu jos dažnumas yra maždaug 1 atvejis 100 tūkst. gyventojų [15–17], vidutinio amžiaus žmonių grupėje (50–60 metų) – maždaug 50 atvejų 100 tūkst. gyventojų per metus [18], o sulaukus aštuntojo dešimtmečio kasmet – daugiau kaip 200 atvejų 100 tūkst. gyventojų [17].

Pastebėta, kad visose amžiaus grupės staigi mirtis vyrus ištinka dažniau nei moteris [19]. Kai kurių autorių duomenimis, reikšmingas ir etninis rasinis veiksnys [20]. Skaičiuojama, kad Europoje maždaug 10–20 proc. visų mirčių yra staigos sustojus širdžiai, o GMP duomenimis, jų pagalba asmenims, patyrusiems staigią mirtį, teikiama maždaug 300 tūkst. kartų per metus [21].

Vakarų šalyse staigos mirties epidemiologija yra susijusi su išemine širdies liga (IŠL), kuri lemia iki 75–80 proc. staigos mirties atvejų [22]. Nors IŠL paplitimas tebėra panašus, mirtingumas – smarkiai sumažėjęs [21]. Nors pasirodo pranešimų apie staigos mirties dažnumo mažėjimą, tačiau lyginant

kardiovaskulines mirties priežastis staigios mirties rizika galimai padidėjo [21].

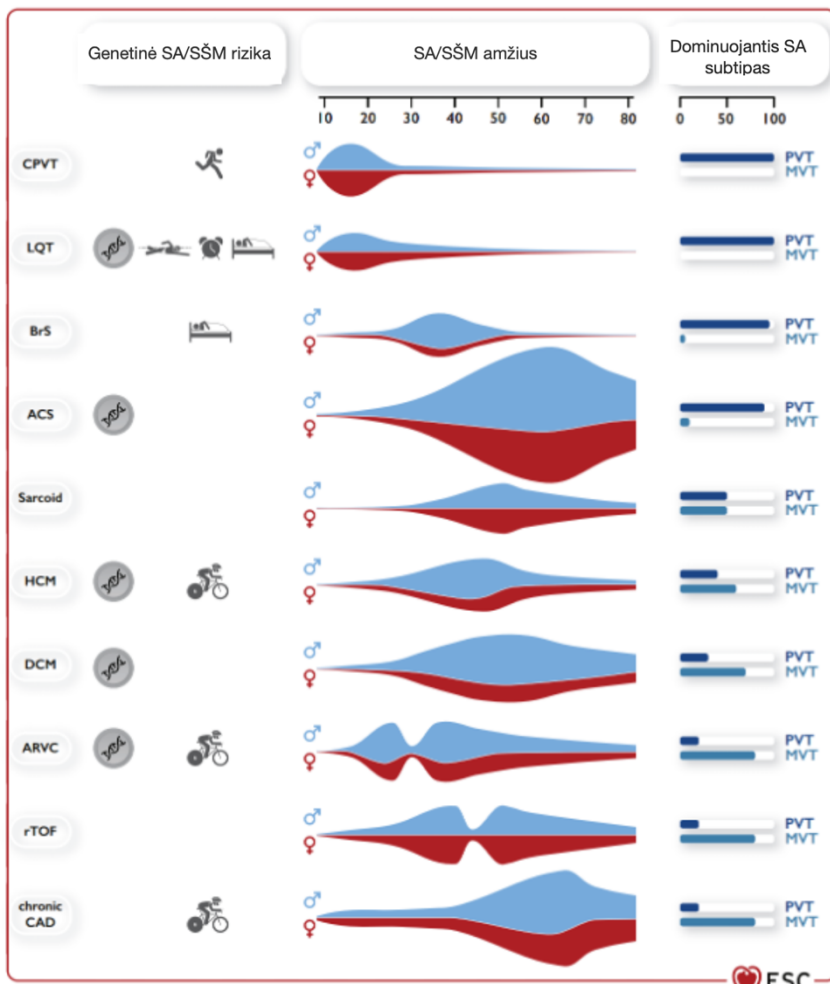
Neabejojama, kad reguliari sportinė veikla yra naudinga širdies ir kraujagyslių sistemai, tačiau pastebima, kad atliekama pernelyg energingai tam tikro amžiaus asmenims ji tampa rizikinga dėl tikimybės patirti staigią mirtį [23, 24]. Išanalizavus pranešimus apie staigias mirtis, susijusias su sportu, pastebėta, jog dauguma jų įvyko sportuojant rekreaciniais tikslais, o ne profesionaliems sportininkams, dažniau vidutinio amžiaus vyrų grupėje. IŠL įvardinama kaip dažniausia priežastis, o staigi mirtis – pasekmė [21].

Pagal Europos kardiologų draugijos (angl. *European Society of Cardiology*, ESC) gaires staigi mirtis sudaro maždaug pusę visų mirčių nuo širdies ir kraujagyslių sistemos pažaidos, net iki 50 proc. atvejų ji būna pirmasis širdies ligos ženklas [21].

2022 m. CARES (angl. *Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival*) registro duomenimis, staigų širdies sustojimą suaugusiųjų populiacijoje (97,3 proc.) dažniau patyrė vyrai (62,5 proc. atvejų) nei moterys, amžiaus mediana – 65 metai (vidurkis – 62,2; standartinis nuokrypis – 19,3); dažniausiai, 72,4 proc. atvejų, namuose, lyginant su 12 proc. viešose vietose, 10,3 proc. – slaugos įstaigose [25].

Reikšminga tai, jog daugiau nei pusė (51,3 proc.) atvejų mirtis ištiko, kai šalia buvo kitas žmogus – įvykio liudininkas. Literatūros duomenimis, dažniausios staigios mirties priežastys yra šios: kardiologinės (82,5 proc.), kvėpavimo sustojimas / asfiksija (8,7 proc.), narkotikų perdozavimas (7,0 proc.), nukraujavimas (0,7 proc.), skendimas (0,5 proc.), kitos medicininės priežastys (0,6 proc.) [25].

Apžvelgiant priežastis pagal amžiaus grupes, 2.1.1.2 paveiksle matyti, jog jaunesniame amžiuje vyrauja genetiškai paveldima kanalopatija (kai mirus jaunesnio amžiaus žmogui nenustatoma jokių struktūrinių pažeidimų), kardiomiopatija, miokarditas ir vainikinių arterijų anomalijos [15, 26]. Maždaug pusė staigių mirčių, įvykusių sulaukus 40 m., yra susijusios su IŠL, ypač ūminės išemijos sindromu. Vyresnio amžiaus žmonių grupėse vyrauja lėtinės struktūrinės širdies ligos, pradedant IŠL sukeltais pokyčiais, vožtuvų patologija ir baigiant širdies nepakankamumu [21].



Downloaded from <https://academic.oup.com/eurheartj/article/43/40/3997/6675633> by guest on 21 June 2023

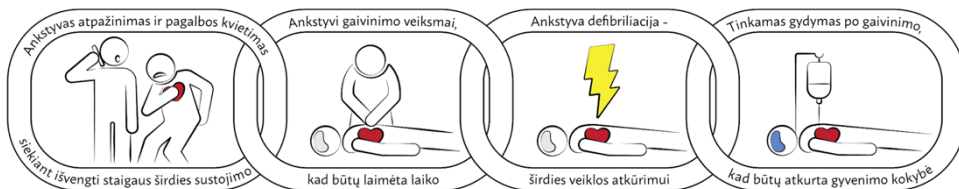
2.1.1.2 pav. Mirties atvejų pasiskirstymas pagal amžių, lytį ir priežastį (šaltinis: Europos kardiologų draugijos gairės [21])

SA - skilvelinė aritmija; SŠM - staigi širdinė mirtis; PVT - polimorfinė skilvelinė tachikardija; monomorfinė skilvelinė tachikardija; CPVT - katecholaminerginė polimorfinė skilvelinė tachikardija; LQT - ilgo QT intervalo sindromas; BrS - Brugada sindromas; ACS - ūmus koronarinis sindromas; Sarcoid - raumens pažeidimas; HCM - hipertrofinė kardiomiopatija; DCM - dilatacinė kardiomiopatija; ARVC - aritmogeninė dešiniojo skilvelio kardiomiopatija; rTOF - rekonstruota Falo tetradą; chronic CAD - lėtinė vainikinių arterijų liga.

2.2. Gyvybės grandinės sudedamosios dalys

„Gyvybės grandinė“ yra gyvybę gelbstinčių veiksmų seka, kuri yra labai svarbi didinant išgyvenamumo tikimybę po staigaus širdies sustojimo. Šią seką sudaro: širdies sustojimo atpažinimas ir pagalbos kvietimas, krūtinės ląstos paspaudimai (kurie už ligoninė ribų gali būti derinami su įpūtimais santykiu 30:2), ankstyva defibriliacija automatiniu išoriniu defibriliatoriumi (AID) prieš atvykstant greitosios medicinos pagalbos (GMP) tarnyboms ir specializuota medikų teikiama reanimacinė pagalba. Už pirmuosius tris gyvybės grandinės žiedus atsakingas kiekvienas visuomenės narys [102].

Įrodyta, jog gyvybės grandinės žiedų svarba yra skirtinga [27]. Išgyvenusių pacientų skaičius gyvybės grandinėje laipsniškai mažėja, todėl geriausių rezultatų galima pasiekti stiprinant pirmąsias grandis. Laiku užtikrinus pagalbą, daugiau pacientų atgaivinama įvykio vietoje, išvengiama negrįžtamos neurologinės pažeidimo ir asmenys laiku patenka į ligoninę specializuotos pagalbos.



2.2.1 pav. Gyvybės grandinės dalys



2.2.2 pav. Gyvybės grandinės dalių skirtinga svarba

Pirmasis gyvybės grandinės žiedas – staigios mirties atpažinimas, pagalbos aktyvavimas. Už ligoninės ribų staigi mirtis nustatoma, kai nėra sąmonės ir normalaus kvėpavimo. Čiuopti pulsą visuomenės nariams nerekomenduojama, nes pulso čiupimas nėra patikimas išnykusios kraujotakos nustatymo požymis. Nemokyti gaivinti staigios mirties liudininkai, nustatę, jog nukentėjęs nereaguoja pajudintas ir pašauktas, turėtų nedelsdami kviesti GMP, skambindami tel. 112 tiesiogiai GMP dispečeriui, o kvėpavimą vertinti kartu su dispečeriu [28, 29].

Antrasis gyvybės grandinės žiedas – kokybiški krūtinės ląstos paspaudimai, atliekami vadovaujant GMP dispečeriui. Suaugę žmonės dažniausiai miršta dėl širdies veiklos sutrikimo. Sustojus širdžiai kraujyje kurį laiką dar lieka pakankamai deguonies, tačiau sutrinka jo pernaša į gyvybiškai svarbius organus. Pirmosiomis minutėmis sustojus širdžiai krūtinės ląstos paspaudimai svarbesni už įpūtimus, todėl staigios mirties atveju dispečeris skambintojui nurodo gaivinti be įpūtimų. Atliekant gilius (5–6 cm) ir greitus (100–120 k./min.) krūtinės ląstos paspaudimus gelbėtojo rankomis sukuriama minimali kraujotaka, kurios pakanka, kad nežūtų deguonies badui jautriausi organai – smegenys ir širdis [28].

Trečiasis gyvybės grandinės žiedas – ankstyva defibriliacija AID. Atliktų tyrimų duomenimis, staiga sustojus širdžiai iš pradžių apie 60–70 proc. atvejų būna skilvelių virpėjimas ar skilvelių tachikardija be pulso (SV ar ST be pulso) [30]. Abu ritmo sutrikimai sėkmingai gydomi defibriliacija. Defibriliuojamas ritmas yra vienas svarbiausių išgyvenamumą didinančių veiksnių įvykus staigiai mirčiai [31]. Deja, defibriliuojamas ritmas trunka trumpai. Atvykus GMP medikams, defibriliuojamas ritmas būna tik apie 25 proc. atvejų [3]. Daugelyje šalių jau keletą dešimtmečių diegiamas ir plėtojamas AID tinklas, kad defibriliatorius būtų pasiekiamas greičiau nei atvyksta GMP medikai. Paskambinus GMP tel. 112, dispečeris ne tik pasako, kaip kokybiškai atlikti krūtinės ląstos paspaudimus, bet ir kur yra artimiausias defibriliatorius. Jei defibriliaciją atlieka liudininkai per pirmąsias minutes nuo širdies sustojimo, išgyvena net apie 70 proc. pacientų, dauguma jų grįžta į visavertį gyvenimą [30, 32].

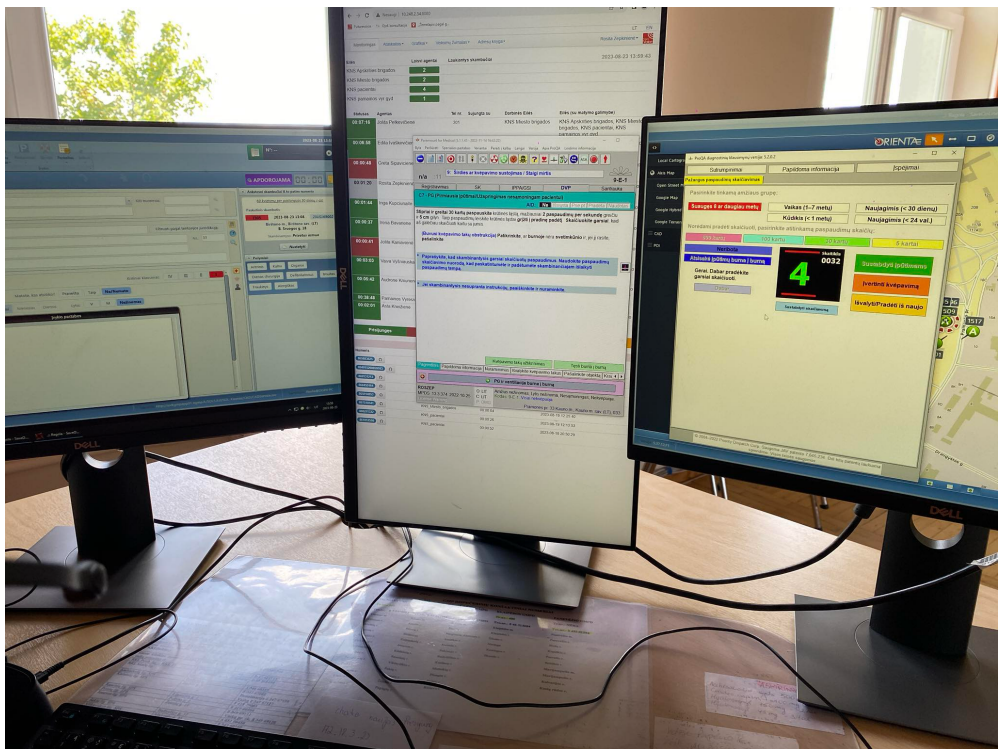
Ketvirtasis gyvybės grandinės žiedas – specializuota reanimacinė pagalba ir gydymas po gaivinimo, kurį pradeda teikti GMP personalas, o vėliau tęsia ligoninės medikai. Kadangi viena dažniausių staigios mirties priežasčių yra

širdies vainikinės kraujotakos sutrikimas dėl kraujagyslių užsikimšimo, labai svarbu atgaivinus pacientą pirmiausia pagalvoti apie šią priežastį. Kiekvienas pacientas, kuriam įtariamas ūminės išemijos sindromas, turėtų patekti į specializuotą kardiologijos centrą, kuriame atliekama pirminė perkutaninė vainikinių arterijų intervencinė procedūra visą parą ir taikomas kitas standartizuotas gydymas po gaivinimo [102].

2.2.1. Pagalbos teikimas iki ligoninės

Pagalbos teikimo iki ligoninės etapą sudaro trys pagrindinės dalys: dispečerinė, pagalbos teikimas įvykio vietoje ir paciento transportavimas.

Dispečerinė



2.2.1.1 pav. Dispečerio darbo vietos vaizdas

Dispečeris užduoda pagrindinius klausimus kvietėjui (2.2.1.1 pav.). Išsiaiškina tikslią įvykio vietą, kokios pagalbos reikia, ar aplinka saugi

kvietėjui, ar bus saugu GMP brigadai. Surinkęs pradinę informaciją, pradeda koordinuoti GMP brigadų veiksmus, aktyvuoja artimiausią GMP brigadą, o jei reikia, ir papildomas GMP brigadas. Dispečeris, koordinuodamas GMP brigadų darbą, jei nustato ar įtaria, kad įvykęs staigus širdies sustojimas, pradeda instruktuoti, kaip teikti pagalbą įvykio vietoje iki atvyks GMP [33, 34]: skambintojui nurodo, kur uždėti rankas ant krūtinės, pradeda skaičiuoti ir kartu skaičiuoja krūtinės ląstos paspaudimus. Pokalbis tęsiamas tol, kol įsitikinama, kad į įvykio vietą atvyko GMP brigada. Siektina, jog dispečeris atpažintų staigų širdies sustojimą per 1 minutę nuo pokalbio pradžios, o pradėtų teikti gaivinimo instrukcijas per 2 minutes [35, 36].

Defibriliatoriai viešose vietose



2.2.1.2 pav. Defibriliatoriaus ir turniketo įrenginys

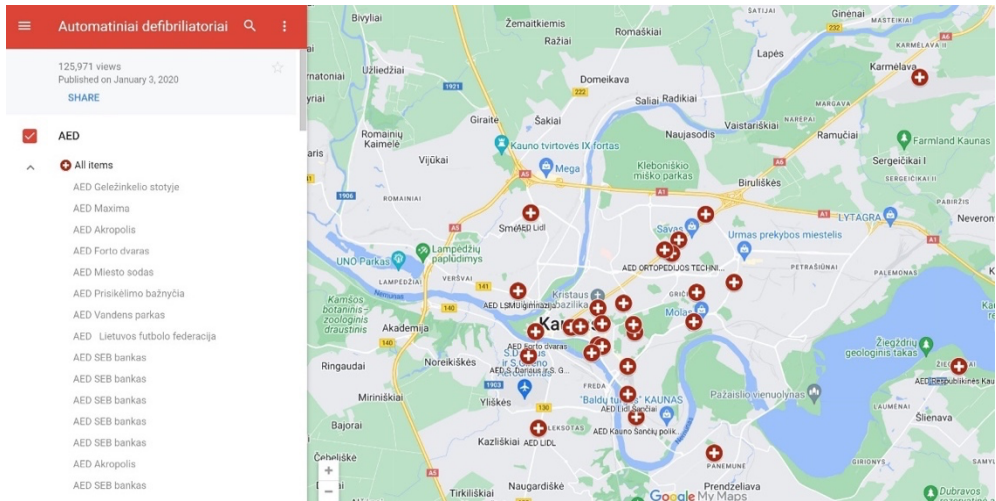
Istoriškai defibriliaciją iš pradžių atlikdavo tik gydytojai ligoninėse. Siekdama sutrumpinti laiką iki gyvybę gelbstinčios defibriliacijos, 1992 m. Amerikos širdies asociacija (angl. AHA) suformulavo defibriliatorių viešose vietose (angl. *Public Access defibrillation*) diegimo koncepciją [37]. Nuo to laiko pradėjo kurtis viešųjų vietų AID tinklai. Vėliau 1998 m. ir Europos gaivinimo taryba (angl. ERC) paskelbė analogiškas rekomendacijas, kad automatinius defibriliatorius gali panaudoti arčiausiai nukentėjusio asmens esantys ir gaivinti mokantys / nemokantys visuomenės nariai dar iki atvykstant GMP [38].

Naujausi tyrimai rodo, jog tikimybė išgyventi siekia apie 70 proc. [32, 39, 40] ir net 7 kartus viršija išgyvenamumo po širdies sustojimo Europoje vidurkį, jei nukentėjėlių gaivina ir defibriliuoja įvykio liudininkai dar iki atvykstant GMP, ir tik apie 40 proc. – jei defibriliaciją atlieka GMP medikai. Diegti defibriliatorių prieinamumo bendruomenėse programas rekomenduoja 2015 m., 2022 m. Europos gaivinimo tarnybos (angl. ERC) gairės, taip pat Amerikos širdies asociacijos (angl. AHA) gairės [28]. AHA rekomenduoja automatinius išorinius defibriliatorius (2.2.1.2 pav.) išdėstyti tokiu atstumu, kad jie būtų pasiekiami per 1,5 min. sparčiai einant. Europos gaivinimo tarybos gaivinimo gairės rekomenduoja AID įrengti tose vietose, kur 5 metų laikotarpiu buvo įvykęs širdies sustojimas.

Taigi, norint išgelbėti daugiau gyvybių, svarbu ne tik didinti gaivinti mokančių visuomenės narių, bet ir AID skaičių (2.2.1.3 pav.) bei pasiekiamumą [21, 40].

Pirmosios pagalbos teikėjai ir jų tinklas

Neretai staigios mirties liudininkai būna greta esantys žmonės. Esant palankioms aplinkybėms, jie greičiausiai skambina į GMP, skubiai pradeda daryti krūtinės ląstos paspaudimus, kviečia pagalbą, organizuoja automatinio defibriliatoriaus atnešimą ir jį prijungia [42, 43]. Pastebėta, kad viešojoje vietoje (darbe, parduotuvėje, sporto salėje ar kt.) pagalbos teikėjai, pirmieji gaivintojai dažniausiai būna jaunesnio amžiaus asmenys, lyginant su tokią pagalbą teikiančiais namų aplinkoje. Be to, viešose vietose gaivinančiųjų ar mokančiųjų gaivinti neretai būna daugiau nei vienas, o tai neabejotinai gali lemti geresnę gaivinimo kokybę iki atvykstant GMP brigadai ir geresnę nukentėjėlių išgyvenamumą [41, 44].



2.2.1.3 pav. Defibriliatorių vietos žemėlapyje Kauno mieste ir Kauno rajone [41]

Kai kuriose šalyse, pvz.: JAV, Olandijoje, Šveicarijoje, kartu su pirmuoju GMP ekipažu dispečeris į įvykio vietą išsiunčia ir kitų pagalbos tarnybų pareigūnus (policininkus, ugniagesius/gelbėtojus) [45], medicinos literatūroje vadinamus profesionaliais pirmosios pagalbos teikėjais, kurie dažnai į įvykio vietą atvyksta greičiau nei medikai ir pradeda arba tęsia įvykio liudininkų pradėtą pradinį gaivinimą [21, 46].

Profesionalių pirmosios pagalbos teikėjų koordinuoti ir tikslūs veiksmai, laiku panaudotas AID užtikrina geresnę staigią mirtį patyrusio žmogaus gaivinimo kokybę ir išgyvenamumą [47–49].

Prieš 30 m. JAV Minesotos valstijoje startavo vienas pirmųjų tokių projektų. Policijos pareigūnai ir ugniagesiai gelbėtojai buvo apmokyti naudotis AID, įdiegtas jų tinklas viešose vietose [32]. Įvykus širdies sustojimui, dispečeris kartu aktyvuodavo visas tris pagalbos tarnybas: GMP, policiją ir gelbėtojus. Gaivinimo veiksmus ir defibriliaciją pradėdavo ta tarnyba, kuri anksčiausiai atvykdavo į įvykio vietą [50]. Pastebėta, kad įdiegus šią sistemą atgaivintų ir išgyvenusių pacientų skaičius reikšmingai padidėjo, nes sutrumpėjo laikas iki pagalbos [41, 51].

Literatūros duomenimis, Šveicarijos Ticino kantone pagalbos teikėjus aktyvuojantis tinklas veikia nuo 2006 m. Šis regionas pripažintas vienu iš geriausių gaivinimo rezultatus Europoje pasiekusių regionų. Skubios pagalbos teikėjai yra apmokyti atlikti pradinį gaivinimą ir teikti pirmąją

pagalbą [52]. 2014 m. šveicarai įdiegė mobiliąją aplikaciją, kuria nustato galinčio teikti pagalbą asmens buvimo vietą ir susieja su kvietimo vieta [52].

M. L. Caputo su bendradarbiais atliktas tyrimas atskleidė, jog laikas, per kurį aktyvuotas pagalbos teikėjas atvyksta į įvykio vietą, sutrumpėjo, o tai reiškia, kad mobilioji aplikacija sudarė sąlygas dar greičiau pradėti gaivinimo veiksmus, dėl to išgyvenamumo rezultatai pagerėjo net 30 proc. [52].

Pagalbos teikimas įvykio vietoje

Atvykusi į įvykio vietą GMP brigada greitai įvertina situaciją ir, jei tikslinga, pratęsia arba pradeda pradinį, o vėliau ir specializuotą gaivinimą.

GMP brigados pagal gaivinimo veiksmų pobūdį yra skiriamos į galinčias teikti pradinį gaivinimą (brigados, kuriose dirba 2 nariai: vairuotojas ar vairuotojas-paramedikas ir (ar) paramedikas, slaugytojas) ir galinčias teikti pažangią reanimacinę pagalbą (brigados, kuriose dirba 3 nariai: vairuotojas ar vairuotojas-paramedikas ir slaugytojas, ir gydytojas). Kadangi į įvykio vietą pirmiausia siunčiama arčiausiai esanti GMP brigada, dažnu atveju bus pradedamas pradinis gaivinimas, o vėliau, atvykus papildomai brigadai, pradedamas ir specializuotas gaivinimas, kurio metu be krūtinės ląstos paspaudimų bandoma nustatyti grįžtamąsias mirties priežastis, kurias bandoma koreguoti. Jeigu reikia skiriama vaistų, o esant defibriliuojamam ritmui, taikoma defibriliacija, be to, palaikomas kvėpavimo takų praeinamumas [41, 102].

Paciento transportavimas

Pavykus gaivinimui, pacientas gabenamas į ligoninę, kurioje teikiama specializuota pagalba. Neretai transportuojant pacientą tęsiami gaivinimo veiksmai, jei numanoma, kad ligoninėje bus galimybė taikyti papildomas medicinines priemones, kurios lems sėkmingą gaivinimo baigtį, pvz., esant atspariam skilvelių virpėjimui [102].

2.2.2. Pagalbos teikimas skubiosios pagalbos ir intensyviosios terapijos skyriuose

Pagalbos teikimas staigią mirtį patyrusiam asmeniui toliau tęsiamas skubiosios pagalbos skyriuje (SPS) ar intensyviosios terapijos skyriuje.

Pagalbos organizavimas ir teikimas skubiosios pagalbos skyriuje prasideda iš karto gavus pranešimą apie vykstantį gaivinimą. Dirbanti komanda skubiai ruošiasi priimti pacientą: paruošia lovą intensyviai pagalbai teikti skirtoje palatoje, paruošia dirbtinės plaučių ventiliacijos aparatą ir kitas priemones, kurių gali prireikti, pvz., paciento kūno temperatūros kontrolei skirtas priemonės. Atvykus pacientui ir GMP atlikus perdavimą, dirbanti komanda pirmiausia dar kartą įvertina gyvybines funkcijas, atlieka pirminį ištyrimą, įvertina poreikį tęsti gaivinimo veiksmus. Atliekant paciento tyrimą, daug papildomos informacijos suteikia instrumentiniai tyrimai, pvz., ultragarsinis tyrimas, o jei reikia, ir rentgeninis tyrimas ar kompiuterinė tomografija. Išgyvenusiesiems dėl besivystančio miokardo infarkto (MI) 2 val. laikotarpiu atliekama neatidėliotina angiografija. Miokardo infarktas įtariamas, kai prieš sustojant širdžiai pasireiškė skausmas krūtinėje arba iš anamnezės žinoma, kad yra nustatyta vainikinių arterijų liga, rasta patologinių ar abejotinių pokyčių EKG. Jei ST segmento pakilimo EKG nėra, skubiosios pagalbos ar kardiologijos intensyviosios terapijos skyriuose rekomenduojama atlikti skubų širdies ultragarsinį tyrimą, kad būtų paneigtos kitos, ne širdies ligos bei būklės [53].

Atsižvelgiant į Europos kardiologų draugijos (angl. ESC) rekomendacijas [54], išemija nustatoma, kai yra toks ST pakilimas:

- V2–V3 yra $\geq 2,5$ mm gretimose derivacijose vyrams iki 40 m., ≥ 2 mm vyrams nuo 40 m.,
- V2–V3 yra $\geq 1,5$ mm gretimose derivacijose moterims,
- ir (ar) ≥ 1 mm kitose derivacijose.

EKG atliekama per 10 min. nuo kontakto su pacientu arba iš karto atsinaujinus kraujotakai po sėkmingo gaivinimo. Pacientams, sergantiems apatinės sienos MI, rekomenduojama užrašyti dešiniąsias derivacijas, ieškant ST segmento pakilimo (V3R ir V4R) ir siekiant nustatyti kartu vykstantį dešiniojo skilvelio infarktą.

Toliau pateikiamos ESC rekomendacijos staigios širdinės mirties ištiktiems pacientams [21]:

1. Daugiadisciplinės komandos atliekami tyrimai išgyvenusiesiems po staigaus širdies sustojimo (SŠS), kai nėra akivaizdžios neširdinės priežasties (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
2. SŠS patyrusiems pacientams, kurių širdies elektrinė veikla nestabili, kai įtariama besitęsianti miokardo išemija, indikuotina širdies vainikinių arterijų angiografija (I rekomendacijų klasė, C įrodymų lygmuo).
3. Išgyvenusiesiems po SŠS indikuotina galvos smegenų KT, kai paciento simptomai, EKG rodmenys ir echokardiografija neatitinka širdinės priežasties (IIa rekomendacijų klasė, C įrodymų lygmuo).
4. Išgyvenusiesiems po SŠS atvykus į ligoninę, paimami kraujo mėginiai toksikologiniam tyrimui (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
5. Išgyvenusiesiems po SŠS atvykus į ligoninę, jeigu jų širdies veiklai palaikyti yra implantuoti prietaisai, informacija iš jų turi būti nuskaityta (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
6. Išgyvenusiesiems po SŠS atvykus į ligoninę ir esant stabiliam širdies ritmui, tikslinga atlikti 12 derivacijų EKG ir taikyti nuolatinę EKG stebėseną (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
7. Visiems išgyvenusiesiems po SŠS rekomenduojama atlikti echokardiografinį tyrimą, įvertinti širdies veiklą (I rekomendacijų klasė, C įrodymų lygmuo).
8. Vainikinių arterijų vaizdo tyrimas ir MRT tyrimas su vėlyvaisiais gadoliniu sustiprintais vaizdais yra tikslingas vertinant širdies struktūrą ir funkciją visiems išgyvenusiesiems po SŠS, kai įvykio priežastis neaiški (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
9. Natrio kanalų blokatorių tyrimas ir fizinio krūvio mėginys yra rekomenduotinas, kai išgyvenusiesiems po SŠS priežastis lieka neaiški (I rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo).
10. Ergonovino, acetilcholino ir hiperventiliacijos tyrimai svarstyteni, kai išgyvenusiesiems po SŠS numanoma vainikinių arterijų vazospazmo diagnozė (IIb rekomendacijų klasė, B įrodymų lygmuo) [35].

Klinikinių tyrimų duomenimis, atlikta koronarografija (su PVAI ir be jos) susijusi su geresniu išgyvenamumu ir geresnėmis neurologinėmis baigtimis pacientų be ST pakilimo grupėje [53]. Pabrėžtina, jog geresnėms gydymo baigtims reikšmės turi standartizuotas gydymo po gaivinimo protokolas [55, 56], kuris padeda standartizuotai įvertinti baigtis pagal CPC skalę (angl. *Cerebral performance category score*) (2.2.1.1 pav.) ar kitas skales.

Dauguma atvejų, jei gydymas ligoninėje nesibaigia mirtimi, pacientai tolesniam gydymo etapui yra siunčiami į reabilitacijos įstaigas, o esant nepalankios baigties prognozei, į žemesnio lygio gydymo įstaigas ar slaugos ligonines [57].



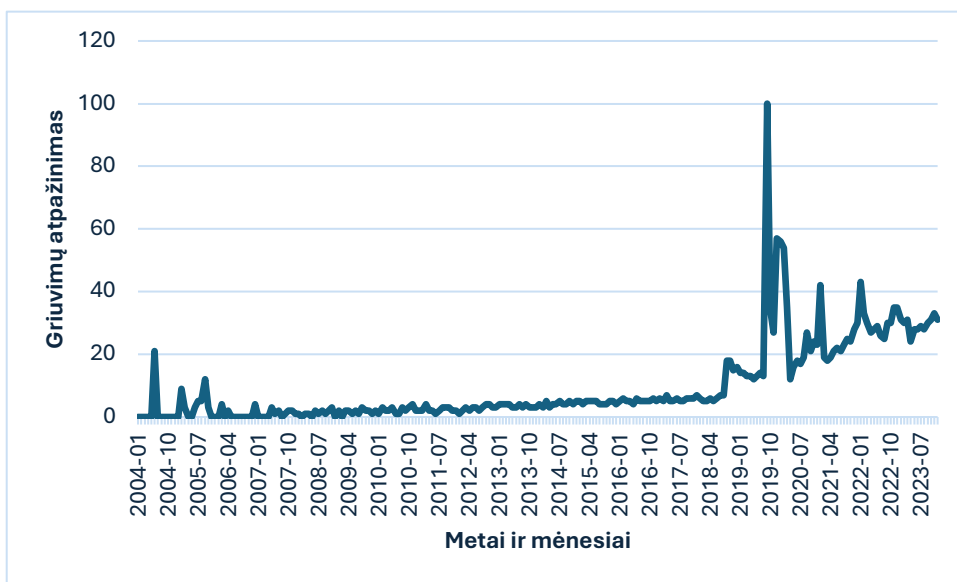
2.2.2.1 pav. CPC - smegenų veiklos kategorijos skalė skalė (angl. Cerebral performance category score)

2.3. Griuvimų registravimas ir analizė automatinio būdu

Vienas iš mūsų tyrimo uždavinių – griuvimo atpažinimas. Literatūros šaltiniuose dauguma aprašytų studijų tyrė senyvo amžiaus žmonių griuvimus namuose ar slaugos įstaigose. Neretai griuvimas senyvo amžiaus žmogui gali tapti mirtinu veiksmu dėl vėliau kilusių komplikacijų [58]. Taigi griuvimo prevencija – geriausias būdas apsisaugoti [59].

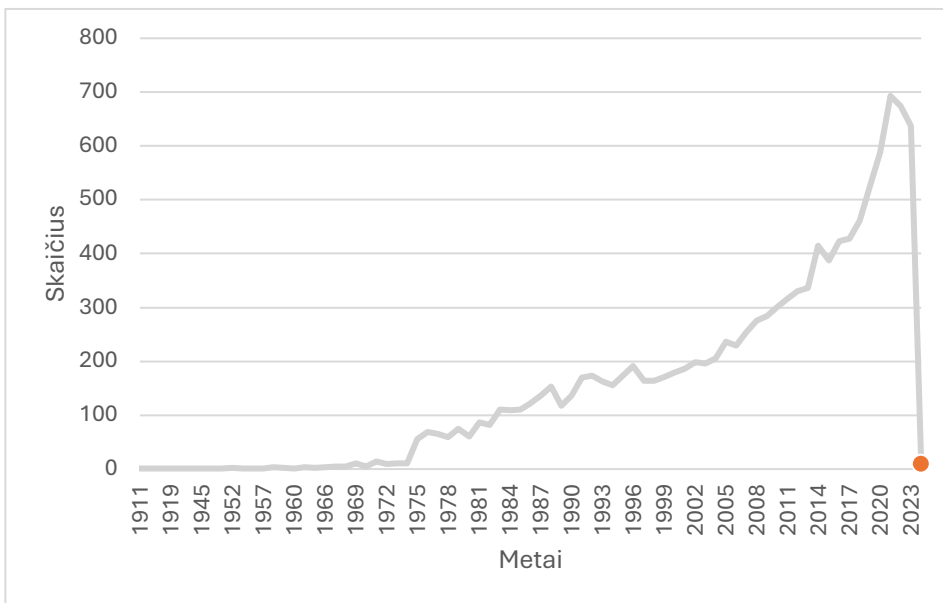
Plačiausiai paplitęs būdas registruoti šiuos įvykius yra nešiojamųjų (angl. *wearables*) jutiklių naudojimas. Alternatyva, bet pasirenkama gerokai rečiau yra stebėjimas vaizdo kameromis. Tiek pirmasis, tiek antrasis metodai turi savo privalumų ir trūkumų, kurie neabejotinai susiję su infrastruktūra (vaizdo kamerų įrengimas, jų montavimas įskaitant elektros šaltinį, laidai ar belaidis interneto ryšys ir t.t.), tiek paties prietaiso nešiojimu (senjoras gali pamiršti jį užsidėti, gali būti nepatogu, gali nemokėti naudotis ir kt.), saugumo ir privatumo aspektais (konkreto asmens identifikavimas,

privačios veiklos identifikavimas ir kt.). Literatūroje rasta ir kitų būdų registruoti griuvimą [60], pvz.: IoT (angl. *Internet of Things*) pagrindu, debesijos pagrindu, išmaniųjų telefonų pagrindu, garso analizės pagrindu, biomedicininį signalų pagrindu, kinematinių signalų pagrindu. Tyrimų, skirtų analizuoti vaizdo kamerų panaudojimą įvykusiam SŠS nustatyti, nebuvo rasta. Labiausiai tikėtina priežastis ta, jog tokias situacijas sudėtinga numatyti. Be to, apklausos rodo, kad gali kilti įvairių etinių dilemų, pvz.: dėl sutikimo dalyvauti tyrime, dalyvių privatumo, ypač asmeninių duomenų saugumo [61].

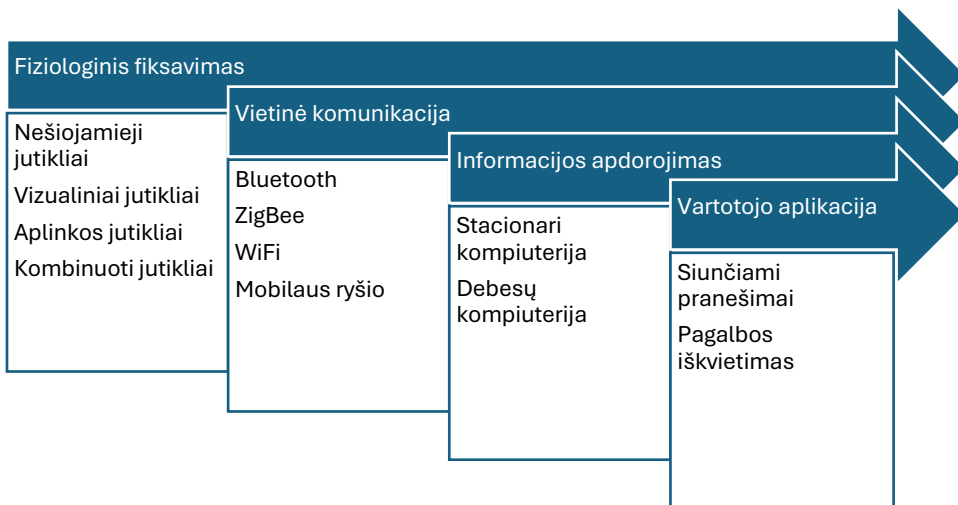


2.3.1 pav. *Griuvimų atpažinimo paieškos pasaulyje (šaltinis: Google trends)*

Kaip matyti 2.3.1 paveiksle, pasaulyje griuvimo atpažinimu domimasi vis labiau, todėl atitinkamai daugėja ir paieškų šia tema. Pasaulinės tendencijos neatsilieka ir medicinoje, todėl publikacijų apie griuvimo atpažinimą skaičius irgi smarkiai didėja (2.3.2 pav.). Tai rodo ne tik problemos aktualumą, bet ir modernių problemos sprendimo būdų paiešką.

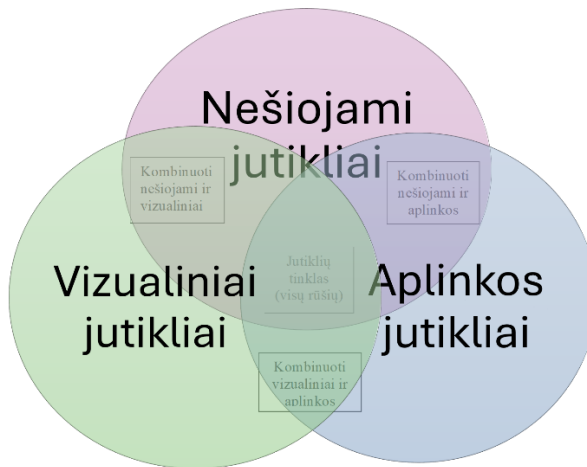


2.3.2 pav. Publikacijos apie griuvimų atpažinimą (šaltinis: Pubmed)



2.3.3 pav. Keturių sluoksnių griuvimų atpažinimo sistema

Griuvimų atpažinimo sistema susideda iš keturių sluoksnių, kurie pateikti 2.3.3 paveiksle. Duomenys yra renkami per fizinius jutiklius, kurie perduodami vietiniu ryšiu ir pradedami apdoroti vietiniame kompiuteryje, o iš jo perduoti duomenys yra apdorojami didesnėje sistemoje. Jeigu reikia, vartotojui siunčiami pranešimai arba atvirkščiai – vartotojas siunčia pagalbos kvietimą [62].



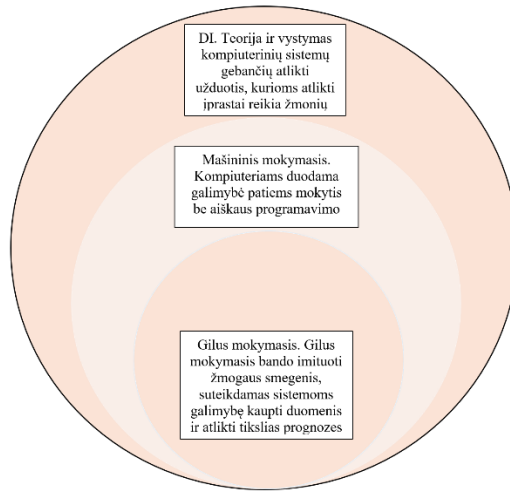
2.3.4 pav. Fizinių jutiklių tipai ir tarpusavio deriniai

2.3.4 paveiksle matyti jutiklių (sensorių) rūšys ir tarpusavio sąveika, kaip juos galima derinti ir jungti [60]. Kaip pavyzdį galima pateikti nešiojamojo ir vizualinių jutiklių derinį: žmogus nešioja jutiklį, skirtą fiksuoti jo judėjimą erdvėje, ir papildomai naudojamas infraraudonųjų spindulių vizualinis jutiklis, kuris irgi geba fiksuoti judėjimą. Taip pasiekiamas geresnis tikslumas ir patikimumas.

2.4. Dirbtinis intelektas, mašininis ir gilusis mokymasis

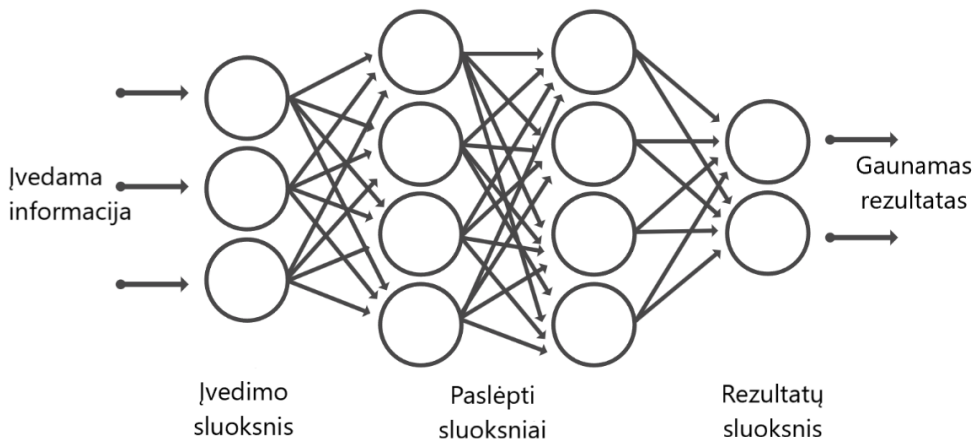
Iš 2.4.1 paveikslo matyti, kad dirbtinis intelektas yra plati sąvoka, skaidoma į pogrupius, pagal kuriuos galima praktiškai pasirinkti tinkamiausią savo užduočiai [63].

Gilusis mokymasis yra mašininio mokymosi pogrupis, kuris naudoja keliasluoksnius neuroninius tinklus, kad simuliuotų kompleksinius



2.4.1 pav. Dirbtinis intelektas ir jo pogrupiai

sprendimų priėmimo veiksmus kaip žmogaus smegenys. Praktikoje neuroniniai tinklai turi tris ir daugiau sluoksnių, kurie treniruojami dideliais duomenų kiekiais, kad identifikuotų ar klasifikuotų konkretų fenomeną, atpažintų dėsningumus ar ryšius, įvertintų tikimybes, atliktų spėjimus ir sprendimus [64] (2.4.2 pav.).



2.4.2 pav. Giliojo neuroninio tinklo schema

Giliojo neuroninio tinklo pritaikymo pavyzdys – objekto atpažinimas nuotraukoje: fabrike ar biotechnologijų įmonėje reikia tikrinti gaminių kokybę, su kuo neuronų tinklo algoritmas, pvz., YOLO (angl. *you look only once*), gali susidoroti per itin trumpą laiką.

Mašininis mokymasis yra platesnė sąvoka, kuri skiriama į kategorijas pagal žmogaus įsikišimą [65]:

- Prižiūrimasis mokymasis – pateikiami pradiniai duomenys, pvz., kelio ženklų nuotrauka, ir užduotis – numatyti teisingą rezultatą arba ženklą, pvz., kuris kelio ženklas yra paveikslėlyje (greičio ribojimo, „Stop“ ženklas ir pan.). Paprasčiausiais atvejais atsakymai yra „taip“ arba „ne“ (jie vadinami dvejetainio klasifikavimo uždaviniais).
- Neprižiūrimasis mokymasis – nėra žymenų ar teisingų rezultatų. Užduotis – nustatyti duomenų struktūrą. Pavyzdžiui, reikia sugrupuoti panašius elementus į grupes arba sumažinti duomenų kiekį iki keleto svarbių „matmenų“. Duomenų vizualizavimas taip pat gali būti laikomas neprižiūrimuoju mokymusi.
- Įtvirtinamasis mokymasis – dažniausiai naudojamas tais atvejais, kai DI objektas, pvz., savivaldis automobilis, turi veikti tam tikroje aplinkoje ir grįžtamoji informacija apie gerus ar blogus pasirinkimus gaunama šiek tiek pavėluotai. Taip pat naudojamas žaidimuose, kurių rezultatas gali būti nulemtas tik žaidimo pabaigoje.

Dirbtinio intelekto ateitis medicinoje

Dirbtinis intelektas (DI) – tai skaitmeninių technologijų naudojimas siekiant sukurti sistemas, galinčias atlikti užduotis, kurioms paprastai reikalingas žmogaus intelektas. Šios sistemos mokosi iš duomenų ir pritaiko savo veiksmams. Įrodyta, jog medicinoje DI pagerina diagnozavimą, gydymą ir pacientų priežiūrą, kartu gerėja ir sveikatos rezultatai. Medicinoje DI neribotai gali būti naudojamas šiose srityse:

1. Diagnozavimas ir prognozavimas [66]:

- DI algoritmai gali analizuoti medicininius vaizdus (rentgeno, MRT ir KT) ir aptikti anomalijas, navikus ar lūžius;
- Prognoziniai modeliai gali įvertinti ligos riziką pagal paciento duomenis, padeda anksti atlikti medicinines procedūras.

2. Vaistų atradimas ir plėtra [67]:

- DI pagreitina vaistų atradimą, analizuodamas didelius duomenų rinkinius ir identifikuodamas potencialius vaistus;
- Prognozuoja vaistų sąveikas, šalutinius poveikius ir optimalias dozes.

3. Individualizuotas gydymas [68]:

- DI pritaiko gydymo planus pagal individualius paciento požymius, genetiką ir medicininę istoriją;
- Optimizuoja vaistų režimus ir siūlo individualizuotą gydymą.

4. Natūralios kalbos apdorojimas (angl. *natural language processing*, NKA) [68]:

- NKA algoritmai išgrynina vertingą informaciją iš klinikinių pastabų, mokslinių straipsnių ir paciento įrašų;
- Padeda suvesti medicinos literatūrą ir identifikuoti reikiamus tyrimus.

5. Nuotolinis stebėjimas ir nešiojamosios technologijos [66]:

- DI pagrindu veikiančios nešiojamosios technologijos stebi paciento būklę, aptinka anomalijas ir informuoja sveikatos specialistus;
- Nuotolinis stebėjimas pagerina paciento sveikatos rezultatus ir mažina apsilankymų ligoninėje skaičių.

6. Virtualieji sveikatos asistentai [69]:

- Pokalbių robotai ir virtualieji asistentai teikia sveikatos informaciją, atsako į klausimus ir sudaro vizitus;
- Didina pacientų įsitraukimą ir paslaugų prieinamumą.

7. Genomika ir tikslinė medicina [68]:

- DI analizuoja genominius duomenis, nustato ligų jautrumą ir pritaiko gydymą;
- Padeda suderinti pacientus su klinikiniais tyrimais pagal genetinius profilius.

Lietuvoje tiek medicinoje, tiek kitose srityse DI pasitelkiamas vis plačiau, ieškoma naujų panaudojimo būdų, atliekami moksliniai tyrimai. Nemažai projektų kuria Vilniaus universiteto ir LSMU medikai bei mokslininkai, pvz.: efektyvesniam širdies ultragarsiniam tyrimui [70], histologinių vaizdų analizei [71], moderniai dantų mikroįtrūkimų diagnostikai [72], odos onkologinio ligos melanomos diagnostikai [73], diabetinės pėdos gydymui [74] ir kt.

Informacinių technologijų pažanga praverčia mokant būsimuosius medikus. Kalbant apie sveikatos priežiūrą, dabar labai plačiai ugdymo procese naudojamos simuliacijos, jau ateina ir simuliacijos su DI [75–77]. Apskritai svarbu į mokymo programas įtraukti DI panaudojimą ir pritaikomumą, nes ateityje DI taps dar labiau neatsiejamas nuo darbinės praktikos [66].

Literatūros apžvalgos apibendrinimas

Remiantis mokslo literatūra, staigus širdies sustojimas už ligoninės ribų yra aktuali sveikatos problema visame pasaulyje, deja, SŠS baigtys nėra geros. Tokiais atvejais itin svarbu teikti pagalbą nuo pirmosios minutės, o laiku atlikti kvalifikuoti veiksmai gali padėti. Baigtis priklauso nuo viso pagalbos teikimo proceso ir jo grandžių, kurių kiekviena gali būti gerinama ir tobulinama. Kad baigtis būtų kuo geresnė, neužtenka tiksliai diagnozuoti SŠS sukėlusią priežastį ligoninėje – jei pradžioje nebuvo atlikti tinkami veiksmai, įvykę pokyčiai yra negrįžtami. Todėl svarbesnės tampa pirmosios pagalbos teikimo grandys. Norint pagerinti jų veiksmingumą, galima naudotis įvairiomis šiuolaikinėmis technologijomis: nuo nešiojamų jutiklių iki dirbtinio intelekto algoritmų.

3. TYRIMO METODIKA

3.1. Medicininio tyrimo bioetika

Tyrimui atlikti buvo gauti biomedicininio tyrimo etikos komiteto leidimai Nr. 2020-07-13 Nr. BE-2-70 ir 2023-03-02 Nr. BE-2-6. Tyrimo vykdymo metu atsižvelgta į Helsinkio deklaracijoje nurodytus geros klinikinės praktikos reikalavimus. Disertacija rengta LSMU MA Ekstremaliosios medicinos katedroje.

3.2. Tyrimo vieta ir populiacija

Statistikos duomenimis, Lietuvoje 2018 m. gyveno 2 808 901 žmonės, iš kurių 70 proc. – miestuose. Kaunas yra antrasis pagal dydį Lietuvos miestas, kuriame 2018 m. gyveno 288 363 gyventojai, 2019 m. – 286 763 gyventojai, o 2024 m. – 304 198 gyventojai. 2024 m. sausio 1 d. duomenimis, Kauno mieste ir rajone kartu gyveno 410 475 gyventojai [78].

VšĮ „Kauno miesto greitosios medicinos pagalbos stotis“ (Kauno m. GMPS) buvo vienintelė GMP paslaugas teikianti įstaiga mieste. GMP dispečerinė yra įsikūrusi stoties patalpose, o dispečerių atliekamas darbas yra pagrįstas standartizuotais protokolais. 2011 m. buvo įdiegtas MPDS ProQA® *cardiac arrest* (CA) protokolas, kuris skirtas teikti konkrečias instrukcijas pagalbos kvietėjui, o dispečerio užduotis – nuo pat pirmųjų kontakto sekundžių vadovauti gaivinimo veiksams iki GMP brigados atvykimo. Kauno m. GMPS darbas yra organizuojamas dviejų tipų brigadų modeliu: visos brigados geba atlikti pradinį gaivinimą (lietuviškoje nomenklatūroje PR, angl. BLS) ir dalis brigadų geba teikti specializuotą reanimacinę pagalbą (lietuviškoje nomenklatūroje PŽ, angl. ALS). Dažniausiai pradinio gaivinimo brigadose dirba paramedikai arba paramedikas (-ė) ir slaugytojas (-a). Jų medicininio rinkinio turinį, be įprastinių standartinių priemonių paketo, sudaro ir automatinis išorinis defibriliatorius (AID). PŽ brigadose dirba gydytojas (-a) ir (ar) slaugytojas (-a) ar paramedikas (-ė), įgiję papildomų specializuotos reanimacinės pagalbos žinių ir kompetencijų.

Tais atvejais, kai įtariamas staigus širdies sustojimas už ligoninės ribų, dispečeris skubiai aktyvuoja artimiausią brigadą, o jeigu reikia, kartu ir specializuotos reanimacinės pagalbos brigadą.

Pagal Lietuvos Respublikos Sveikatos apsaugos ministerijos rekomendacijas, atliekami gaivinimo veiksmai atitinka Europos gaivinimo tarybos (angl. ERC) gairių rekomendacijas. Kadangi įstatyminio pagrindo atsisakyti būti gaivinamam (angl. *do-not-attempt to resuscitate*, DNAR) neturima, medikai, atsižvelgiant į medicininės etikos principus, turi gaivinti visus, net ir tuos, kuriems tikimybė būti atgaivintiems yra labai maža, pvz.: serga sunkiomis ligomis, terminaliniai ligoniai, kurių gydymo galimybės jau išsemtos, nebent suburiamas konsiliumas, kuriame gydytojų specialistų komanda nutaria ir dokumentuoja, jog esamo stacionarizavimo metu nebus gaivinama [79]. Tačiau konsiliumas galimas tik stacionaro sąlygomis, o pasibaigus stacionariniam etapui kitiems stacionarizavimo atvejams sprendimas vėl negalioja.

3.3. Tyrimo dalys ir tiriamieji

Tyrimas buvo suskirstytas į tris dalis.

Pirmosios tyrimo dalies tikslas – ištirti iki ligoninės įvykusių gaivinimų apimtį 2016–2018 m. Kauno mieste ir nustatyti veiksnius, galėjusius reikšmingai pagerinti gaivinimų baigtis iki ligoninės. Atlikta retrospektyvinė surinktų duomenų analizė.

Tiriamoji imtis – suaugusieji (vyresni nei 18 m.), kuriems tiriamuoju laikotarpiu įvyko staigus širdies sustojimas ir jie buvo gaivinti greitosios pagalbos personalo Kauno miesto teritorijoje.

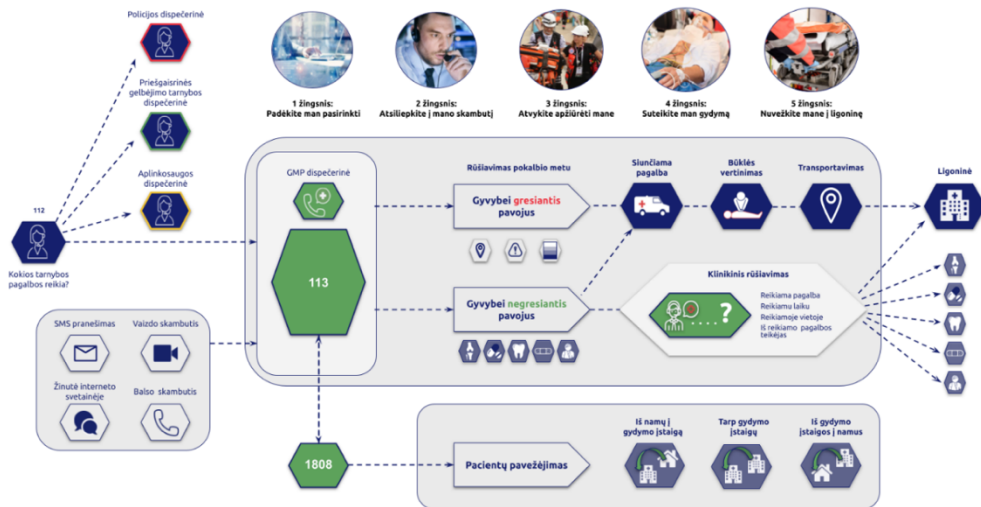
Kaip matyti 3.2.1. paveiksle, analizei duomenys gauti iš šių šaltinių: VšĮ „Kauno miesto greitosios medicinos pagalbos stoties“ elektroninė duomenų bazė, kuri apima ir dispečerinę, taip pat Kauno miesto ligoninių informacinės sistemos bei popierinės ligos istorijos ir biudžetinės įstaigos „Higienos institutas“ mirčių registras. Visi duomenys surinkti pagal tarptautinį Utsteino duomenų rinkimo ir publikavimo ruošinį. Analizei naudoti 2016-01-01 00:01–2018-12-31 23:59 laikotarpio duomenys. Tyrimas registruotas clinicaltrials.gov duomenų bazėje: Nr.: NCT04784117, *Unique Protocol ID: LITOHCA. Brief Title: Out-of-hospital Cardiac Arrest Epidemiology and Outcomes in Kaunas 2016–2021.*



3.2.1. pav. Duomenų analizės procesas

2014 m. GMP protokoluose patvirtinta ir pradėta naudoti 110/a forma „Greitosios medicinos pagalbos kvietimo kortelė“, kurios pagrindinė paskirtis – standartizuotas medicinos personalo atliekamų veiksmų fiksavimas. Iš pradžių 110/a forma pildyta rankiniu būdu, vėliau, kai forma tapo elektroninė, duomenų rinkimas labai palengvėjo. Kiekvienas atliekamas veiksmas, skiriamos priemonės ar vaistai 110/a formoje automatiškai žymimi atitinkamo laiko žyma. Kauno m. GMPS savo dispečerinėje įdiegė MPDS ProQA® sistemą, kuri pagrįsta dispečeriui parengtais standartizuotais protokolais. Standartizuoti protokolai yra dispečerio darbo kokybės vertinimo pagrindas, kurį periodiškai atlieka vidaus audito kokybės vadybininkas. Audito kokybės vadybininkas vertina dokumentacijos pildymo kokybę, audituoja 3 proc. visų dispečerinės skambučių ir 100 proc. skambučių, kurių metu buvo teikiamos pagalbos teikimo instrukcijos, pvz., atliekantiems pradinį gaivinimą, kol į įvykio vietą atvyko GMP.

GREITOSIOS MEDICINOS PAGALBOS 5 ŽINGSNIŲ MODELIS



3.2.2. pav. GMP penkių žingsnių modelio schema

Dispečeris skambintojui užduoda klausimus apie įvykio vietą ir žmogų, dėl kurio skambinama. Įvardijamas pagrindinis nusiskundimas, dėl kurio skambinama. Įtarus, kad žmogus nereaguoja ir nekvėpuojama, iškart aktyvuojamas GMP ekipažas gaivinimui, paskui kurį siunčiamas ir antrasis ekipažas, galintis teikti pažangią reanimacinę pagalbą. Tuo metu dispečeris gali nustatyti, kur yra arčiausias viešai prieinamas AID, kad kas nors iš šalia esančių žmonių galėtų jį atnešti. Čia pagelbsti ir AED ALERT mobilioji aplikacija, skirta aktyvuoti arčiausiai esančius pradinio gaivinimo apmokytus vartotojus, kad šie savanoriškai padėtų skambintojui atlikti pradinį gaivinimą, iki atvyks GMP ekipažas. Kol artimiausias GMP ekipažas važiuoja, dispečeris nurodo skambintojui paguldyti nukentėjusį asmenį nugara ant kieto pagrindo. Tada nurodo sunertas plaštakas dėti ant nukentėjėlio krūtinės vidurio ir pradėti krūtinės ląstos paspaudimus pagal dispečerio diktuojamą ritmą. Kad dispečeriui būtų lengviau sekti atliekamus veiksmus, asmuo, kuris atlieka gaivinimo veiksmus, turi kartu balsu skaičiuoti kiekvieną kartą, kai padaro krūtinės ląstos paspaudimą. Pagalbos veiksmai tęsiami tol, kol

atvyksta GMP ekipažas arba išsenka gaivintojo jėgos. Kokybės auditorius audituoja visą vykdytą procesą: ar teisingai parinktas dispečerio protokolas, ar laiku suteiktos ir ar tinkamai suteiktos veiksmų instrukcijos, vertinamas skambintojo gebėjimas bendradarbiauti, jo emocinė būseną.

Kita duomenų rinkimo proceso dalis – įvertinti atliekamus veiksmus įvykio vietoje ir pakeliui į gydymo įstaigą. Duomenims rinkti buvo pasitelktas Utsteino protokolas. Pirmiausia naudotas 2014 m. versijos Utsteino protokolas [80], kuris vėliau buvo peržiūrėtas ir 2017 m. papildytas [81]. Panašiu metu kaip ir mūsų tyrimas buvo vykdoma *EuReCa One* studija, kurios tikslas – vienu metu surinkti ir apibendrinti duomenis iš 27 Europos šalių. Pastebėjus, jog studijos duomenų kriterijai yra labai svarūs ir naudingi mūsų atliekamam tyrimui, padiskutavus su tyrėjų komanda, nuspręsta šiuos kriterijus įtraukti į tyrimą. Taigi galutiniu sprendimu buvo renkami šie duomenys:

- GMP kvietimo įrašai;
- GMP kortelės ID;
- Data MMMM-MM-DD;
- Kvietimo laikas 24 h formatu;
- Dispečerio numeris;
- Paciento vardas, pavardė;
- Įvykio vietos adresas;
- Miestas, rajonas;
- Gimimo data;
- Amžius metais;
- Lytis;
- Dispečerio nustatyta staigi mirtis;
- Staigos mirties vieta;
- Mirtis liudininkų akivaizdoje;
- Staigos mirties įvykio liudininkai;
- Pradinis gaivinimas iki GMP atvykimo (gaivino / negaivino pagal kortelę);
- Gaivintojas iki GMP atvykimo (pagal kortelę);
- Gaivintojo amžius;
- Informacija apie gaivintojų skaičių iki GMP;
- Informacija apie gaivintojų lytį iki GMP;

- AID prijungimas iki GMP;
- Pirmosios defibriliacijos data;
- Pirmosios defibriliacijos laikas (nevertinama, jei klinikinė mirtis įvyko GMP medikų akivaizdoje);
- Atliktų defibriliacijų skaičius;
- Mirtis vietoje;
- Staigios mirties priežastis;
- Staigios mirties laikas, kai įvyko GMP akivaizdoje;
- GMP gaivinimas;
- Pirmasis pastebėtas širdies ritmas ištikus staigiai mirčiai;
- ST pakilimas pirmoje 12-os derivacijų EKG po gaivinimo;
- Laikas nuo skambučio registravimo iki GMP atvykimo minutėmis;
- Laikas nuo skambučio registravimo iki pirmos defibriliacijos minutėmis;
- Laikas nuo skambučio registravimo iki pirmo vaisto minutėmis (mirtis GMP akivaizdoje nevertinama);
- GMP vaistai gaivinimo metu;
- Vaistų skyrimo vieta;
- GMP defibriliacija;
- GMP kvėpavimo takų palaikymas;
- GMP ventiliacija;
- GMP taikytas šaldymas;
- Atgaivinimas (yra pulsas) įvykio vietoje (ROSC);
- Vežimas į ligoninę;
- Paciento būklė atvykus į ligoninę;
- Transportavimo laikas minutėmis;
- Ligoninė, į kurią atvežtas;
- Dispečerio vadovaujamas gaivinimas;
- Laikas iki instrukcijų;
- Laikas iki paspaudimo (iš naujo *proQA*);
- Ar dispečeris nustatė staigią mirtį (pereina prie IIPA);
- Ar teikė pagalbos instrukcijas;
- Liudininkų atliekamas gaivinimas;
- Laikas, kai baigtas gaivinimas;

- Išrašytas iš ligoninės / išgyvenamumas iki išleidimo;
- 30 dienų išgyvenamumas;
- Išleidimo iš ligoninės data;
- 1 metų išgyvenamumas;
- Išrašomų iš stacionaro neurologinė būklė balais pagal CPC arba mRS;
- Koronarografija;
- Šaldymas ligoninėje.

Vykdamas tyrimą pastebėta, jog kartais labai tikslūs atsakymai apie įvykį buvo gaunami tik iš GMP ekipažo.

Patirtis ir duomenų analizė padėjo sukurti ir adaptuoti išsamią duomenų rinkimo formą, kuri 2018 m. buvo pradėta naudoti GMP brigados darbe, o nuo 2020 m. sukurtos formos galutinis variantas „Gaivinimo registravimo forma“ naudojamas kasdienėje praktikoje (3.2.3. pav.).

Visi atgaivinti pacientai buvo vežami GMP automobiliais į skubiosios pagalbos ar intensyviosios terapijos skyrius. Jei įvykio vietoje atgaivinti pacientų nepavykdavo, bet paaiškėdavo aplinkybių, kad stacionarines paslaugas teikiančioje gydymo įstaigoje bus suteiktas gydymas, kuris padėtų atkurti savaiminę kraujotaką, tokie pacientai taip pat buvo transportuojami taikant mechanines krūtinės ląstos paspaudimo priemones. Kauno mieste iš viso yra 4 skubiosios pagalbos skyriai, į kuriuos gali būti transportuojami atgaivinti ar gaivinami pacientai. Dauguma šių pacientų buvo vežami į Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninę Kauno klinikas.

Tyrimo pradžioje duomenys rinkti iš popierinių ligos istorijų, o nuo 2017 m. vidurio Kauno klinikoms pradėjus naudoti visiškai elektroninę ligoninės informacinę sistemą, vertinti elektroninės duomenų bazės įrašai. Kitų ligoninių duomenys buvo renkami rankiniu būdu ir įtraukti į bendrą analizę.

Susisiekus raštu su biudžetine įstaiga Higienos institutu buvo pristatyti tyrimo tikslas ir uždaviniai, protokolas ir bioetikos leidimas, kas suteikė galimybę patikrinti mirčių registrą siekiant įvertinti vienerių metų išgyvenamumą. Šie duomenys suteikė mokslinio svarumo ir išskirtinumo, nes daugiausia studijose renkami duomenys apie trisdešimties dienų išgyvenamumą.

GAIVINIMO REGISTRAVIMO FORMA

A DALIS. DEMOGRAFINĖ DALIS

1. Įvykio vietos adresas

2. Vardas _____ **3. Pavardė** _____ **4. Lytis**
 Vyras Moteris

5. Amžius _____ **6. Gimimo data** _____ **7. Gretutinės ligos/alerģija**
 Dienes Mėnesiai Metai
 Astma Hipertenzija LOPL Lėt. ritmo sutrikimai Inkstų ligos Nežinoma
 TBC CD IŠL (MI) Ca Insultas

8. Dispečerinė 9. GMPS 10. Kvietimo ID 11. Paciento Nr. 12. Dispečerio ID 13. Brigados ID 14. Data
 _____ - _____ - _____

15. Brigados vadovo (BV) ID 16. Brigados nario Nr. 2 ID 17. Brigados nario Nr. 3 ID 18. Brigados nario Nr. 4 ID 19. Priėmimo laikas

20. Perdavimo laikas 21. Išvykimo laikas 22. Atvykimo laikas 23. Transportavimo laik. 24. Pristatymo į ligoninę laik. 25. Įvykdymo laikas 26. Grįžimo laikas

B DALIS. GAIVINIMAS IKI GMP

27. Staigios mirties vieta
 Namai
 Medicinos įstaiga arba slaugos namai
 Darbovietė
 Gatvė
 Viešos paskirties pastatas
 Sporto ir pramogų zona
 Mokymosi įstaiga
 Mirtis GMP akivaizdoje transportuojant oro transportu
 Kita

28. Liudininkai
 Šeimos nariai
 Policija
 PGT
 Med. personalas
 Į įvykio vietą atsiųstas PMP teikėjas
 Kita
 Nebuvo

29. Staigios mirties priežastis
 Širdies liga
 Trauma
 Skendimas
 Apsinuodijimas vaistais
 Kt. apsinuodijimas
 Kitos ligos, išskyrus širdies ligas
 Asfiksija (išorinė priežastis)
 Elektros trauma

30. PG iki GMP
 Gaivino
 Negaivino

31. PG atliko
 Šalia esantis žmogus
 Šeimos nariai
 Policija
 PGT
 Med. personalas
 Į įvykio vietą atsiųstas PMP teikėjas
 Kita

32. Gaivintojų skaičius iki GMP
 Vienas
 Du ir daugiau
 Nežinoma

33. Kaip gaivino iki GMP
 Tik paspaudimai
 Paspaudimai ir įpūtimai
 Tik įpūtimai

34. Dispečerio vadovaujamas gaivinimas
 Taip
 Ne
 Nežinoma

35. AID iki GMP
 Prijungtas, defibriliuotas
 Prijungtas, nedefibriliuotas (nereikėjo)
 Ne

36. AID panaudojo
 Šalia esantis žmogus
 Šeimos nariai
 Policija
 PGT
 Med. personalas
 Į įvykio vietą atsiųstas PMP teikėjas
 Kita

37. Atliktų defibriliacijų skaičius
 Skaičius _____ Nežinoma

38. Gaivintojo amžius
 Metalai
 Vyro Moters
 Metalai
 Vyro Moters

C DALIS. GMP GAIVINIMAS

39. Pirmasis širdies ritmas gaivinimo metu
 Skilvelių virpėjimas
 Skilvelinė tachikardija be pulso
 EMD
 Asistolija
 Bradikardija
 AID nurodė defibriliuoti
 AID nenurodė defibriliuoti

40. Atgaivintas įvykio vietoje (yra pulsas > 5 min.)
 Taip
 Ne

41. Gaivinimo rezultatas
 Atvežtas į SPS su pulsu
 Atvežtas į SPS gaivinamas (mechaninės priemonės)
 Konstatuota mirtis

42. Pirmasis kraujotakos atnaujinimas įvykio
 Iki GMP
 Po GMP taikyto PG
 Po GMP taikyto specializuoto gaivinimo

43. Ar taikyta defibriliacija
 Taip
 Ne

44. Kiek kartų defibriliuota?

45. Širdies sustojimo laikas

46. Gaivinimo pradžia

47. Pirmos defibriliacijos laikas

48. Gaivinimo pabaiga

Laikas	Narys	Procedūros ID	Vaiso ID	Vartojimo ID	Vart. intensyv. ID	Spindis/Dydis	Iš viso skirta	Būklė	Pastabos

50. Naudotas automatinis PG grįžtamojo ryšio prietaisas
 Taip
 Ne

51. ST pakilimas po gaivinimo
 Taip
 Ne
 EKG neregistruota

52. Transportavimas. Ligoninės pasirinkimas
 Artimiausia ligoninė
 Paciento / šeimos narių pasirink.
 Specializuota ligoninė
 Ligoninė, į kurią vežama _____ Skyrius _____

3.2.3 pav. Gaivinimo registravimo forma

Antroji dalis buvo skirta išanalizuoti mobiliosios aplikacijos (AED ALERT by STAN, Paterijstraat 3A, Elburg, Gelderland 8081 TA, NL, <https://www.stanglobal.com/>) pritaikomumą staigaus širdies sustojimo atvejais.

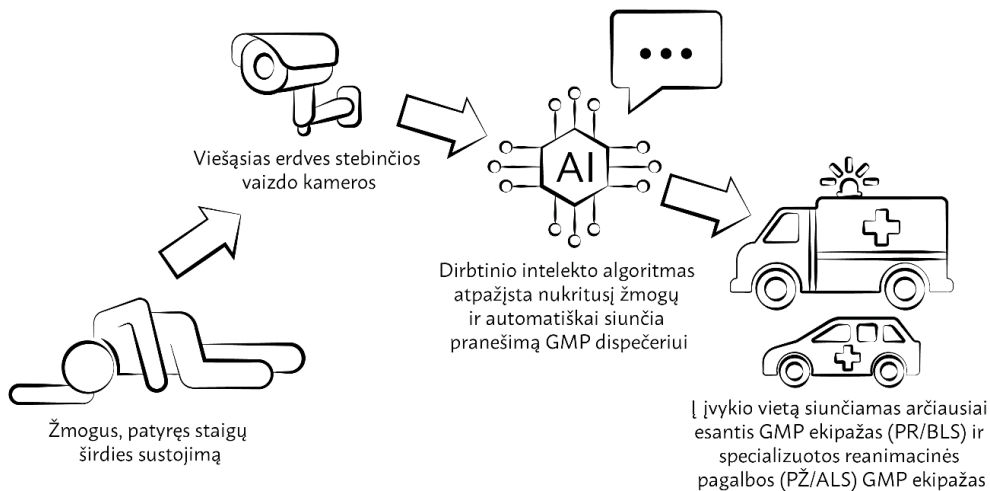
Lietuvoje bandomasis projektas vyko 2019 m. birželio mėn.–2023 m. vasario mėn. Tyrimui imties tūris atskirai nebuvo skaičiuojamas, laikyta, jog tiriamieji įtraukti atsitiktine tvarka, kuri nulemta būklės. Tyrimo laikotarpis priklausė nuo projekto. Doktorantas surinko ir išanalizavo duomenis, susijusius su aplikacijos panaudojimu tiriamuoju laikotarpiu. Rinkti šie duomenys: aktyvavimas, kvietimų priėmimas, vartotojų skaičius, AID skaičius.

Trečioji dalis skirta įvertinti dirbtinio intelekto pritaikymą gaivinimui iki ligoninės ir sukurti bei išbandyti dirbtinio intelekto modelį, gebantį viešąją erdvę stebinti kameromis atpažinti nugriuvusį žmogų (3.2.4 pav.). Iškelta hipotezė, jog dirbtinis intelektas (DI) galėtų aktyvuoti GMP pajėgas, kai viešojo stebėjimo kameromis fiksuojamas nugriuvęs žmogus. Bandyta sukurti DI modelį ir 2023 m. pavasarį Lietuvos sveikatos mokslų universitete atliktas eksperimentas. Modelis pavadintas *Tireless*. Tyrimui reikalingos imties skaičiavimai grįsti plotu po ROC (angl. *Received Operating Characteristic*) kreive. Darant prielaidą, jog nulinės hipotezės reikšmė yra 0,75 ir numatomas plotas po kreive bent jau 0,9 nugriuvusių žmonių atpažinimui su α rizika lygia 5 proc. ir β rizika lygia 20 proc., planuota įtraukti į studiją 68 atvejus.

Įvykus SŠS, liudininkas turėtų prieiti prie nugriuvusiojo ir patikrinti, ar šis reaguoja ir kvėpuoja. Tais atvejais, kai nugriuvęs asmuo nereaguoja ir nekvėpuoja, reikia kviesti GMP ir pradėti krūtinės ląstos paspaudimus – visi šie veiksmai yra svarbūs gyvybei išsaugoti.

Aptarus modelio struktūrą ir atitinkamus testavimo veiksmus, LSMU MA Ekstremaliosios medicinos katedros viešame koridoriuje, kuris yra stebimas vaizdo kameromis, atliktas eksperimentas. Prieš eksperimentą užtikrinta, kad į koridorių nepatektų atsitiktiniai asmenys, o dalyvaus tik iš anksto su eiga ir tikslais supažindinti savanoriai, kurių iš viso buvo 18. Jiems pateikta informuoto asmens sutikimo forma. Eksperimento tikslais rinkti šie duomenys: savanorio ūgis, svoris, lytis (šiuos duomenis nurodė pats dalyvis anketoje). Eksperimento metu savanoriams buvo paaiškinta, kad turi kuo

tikroviškiau nugriūti arti ir kuo toliau nuo vaizdo stebėjimo kameros. Iš viso registruoti 69 griuvimai. Sukurtas DI modelis, kuris buvo paremtas YOLOv5 AI algoritmu (angl. *You Only Look Once*) – konvoliucinis giluminis dirbtinių neuronų tinklas, kurio veikimas pagrįstas viso vaizdo apdorojimu. DI algoritmas yra sukurtas *Ultralytics* (JAV) kompanijos. Jo paskirtis – objektų atpažinimas. Modelis, atpažindamas objektus, kartu įvertina ir atpažinimo patikimumą. Rezultatai analizuoti atsižvelgiant į griuvimo atstumą nuo kameros.



3.2.4 pav. Dirbtinio intelekto panaudojimo atpažįstant staigų širdies sustojimą patyrusį žmogų schema

3.4. Statistinė analizė

Tyrimo duomenų apdorojimas atliktas kompiuteriu, naudojant statistinės duomenų analizės programą SPSS (*IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp. ir IBM Corp. Released 2023. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0.2.0 Armonk, NY: IBM Corp.*). Apskaičiuoti rezultatai pateikti lentelėse ir grafikuose.

Pirmojo tyrimo kiekybiniai kintamieji, pvz.: amžius, GMP reagavimo laikai, pateikti vidurkais su standartiniais nuokrypiais, kvartiliais ir

interkvartiliniu pločiu (IQR). Paplitimui palyginti buvo naudojami Mano-Vitnio U ir Vilkoksono kriterijai. Pirsono χ^2 kriterijus naudotas kokybinių kintamųjų nepriklausomumui tikrinti. Logistinės regresijos modeliai pasitelkti nustatyti ryšius tarp pacientų savybių (amžiaus, lyties), širdies sustojimo (vietos, pirmojo ritmo) aplinkybių, suteiktos pagalbos (praėvių atliekamas gaivinimas, defibriliacija). Kai kintamieji nebuvo skaitiniai ar ranginiai, ar neturėjo pakankamai daug skirtingų reikšmių, taikyta analizė kategorinių kintamųjų ryšiams tirti. Pirmiausia atlikta tiesinė regresinė analizė, tada tikrinant statistines hipotezes tarp veiksnio ir išgyvenamumo taikytas Valdo (*Wald*) kriterijus. Stratifikacija buvo atlikta staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų savybėms pritaikyti pagal amžių ir lytį. Daugialypė logistinė regresija taikyta visiems reikšmingiems tiesinės regresinės analizės kintamiesiems. Norint įvertinti paciento savybių įtaką, buvo apskaičiuotas galimybių santykis (GS) bei jų 95 proc. pasikliautinieji intervalai (95 proc. PI) ir p reikšmės. Tais atvejais, kai $p > 0,05$, statistinės išvados laikytos nereikšmingomis.

Antrajame tyrime atliekant statistinę analizę, vertintas suminis aktyvacijų skaičius, priėmimų proporcija pagal sureagavusių vartotojų skaičių.

Trečiajame tyrime atliekant statistinę analizę, vertintas sumodeliuotus mašininio mokymosi klasifikatorius, buvo naudojami 4 našumo vertinimo matmenys: tikslumas (angl. *accuracy*), preciziškumas (angl. *precision*), atkūrimas (angl. *recall*) ir F1 skalė. Pasirinkti net 4 tikslumo vertinimo metodai, siekiant kuo adekvačiau įvertinti esamą situaciją. Visi metodai aprašyti toliau, bet pirmiausia aprašoma maišos matrica (angl. *confusion matrix*), kuri yra pasitelkiama apskaičiuojant kiekvieną iš šių metrikų.

Maišos matrica yra lentelė, naudojama apibrėžti klasifikacijos algoritmo našumą. Ši lentelė vizualizuoja ir apibendrina klasifikavimo algoritmą.

3.2.1. lentelė *Maišos matrica*

	Originaliai teigiami	Originaliai neigiami
Teigiamai nuspėti	Teisingai atspėti teigiami (TP)	Klaidingai atspėti teigiami (FP)
Neigiamai nuspėti	Klaidingai atspėti neigiami (FN)	Teisingai atspėti neigiami (TN)

Tikslumas (angl. *accuracy*). yra bene geriausiai žinomas mašininio mokymosi modelių klasifikacijos tikrinimo metodas. Viena iš populiarumo priežasčių – paprastumas. Šis metodas lengvai suprantamas ir pritaikomas. Tikslumo formulė:

$$\text{Tikslumas} = \frac{\text{Teisingų prognozių skaičius}}{\text{Visų prognozių skaičius}} = \frac{TP}{TP + FP}$$

Vis dėlto tikslumas gali būti nepatikima metrika, kai grupių pasiskirstymas yra netolygus ir labai svarbu identifikuoti mažumos grupę. Pavyzdžiui, reikia diagnozuoti vėžį ir atskirti gerybinius auglius nuo piktybinių. Šiuo atveju negalima leisti, kad piktybinė liga liktų nediagnozuota. Neatsakinga būtų ir sveikus žmones priskirti prie sergančių ir taikyti jiems stiprų gydymą. Taigi, dėl išvardytų argumentų šio našumo matmens atsisakyta.

Preciziškumas (angl. *precision*) gelbsti, kai neteisingo teigiamo nuspėjimo kaina yra didelė. Preciziškumas yra tiesiogiai proporcingas tikslų teigiamų prognozių santykiui arba mažumos klasės prognozių tikslumui. Tai reiškia, kad nors tikslumas turi savų pranašumų, jis neparodo bendro vaizdo. Negalima sužinoti, kiek iš tikrųjų teigiamos grupės pavyzdžių buvo neteisingai suklasifikuoti kaip neigiami, todėl atsirado klaidingų neigiamų rezultatų. Preciziškumo formulė:

$$\text{Preciziškumas} = \frac{\text{Numeris teisingai nuspėtų teigiamų prognozių}}{\text{Visų teigiamai nuspėtų prognozių}} = \frac{TP}{TP + FP}$$

Atgaminimas (angl. *recall*) matuoja teisingai nuspėtų teigiamų rezultatų rodiklį, t. y. identifikuoja, kiek teigiamų atvejų buvo teisingai nustatyti. Atgaminimas dažniausiai naudojamas, kai klaidingi neigiami rezultatai yra nepageidaujami. Atgaminimo formulė:

$$\text{Atgaminimas} = \frac{\text{Numeris teisingai nuspėtų teigiamų prognozių}}{\text{Bendras teigiamų atvejų skaičius}} = \frac{TP}{TP + FN}$$

F1 skalės metrika yra preciziškumo ir atgaminimo derinys. Ji labai tinka atvejams, kai norima palyginti du klasifikatorius. Tarkime, klasifikatoriaus A turi aukštesnį preciziškumo balą, o klasifikatorius B aukštesnį atgaminimo balą. Šiuo atveju galima palyginti abu klasifikatorius vienodomis sąlygomis. 1 laikomas geriausiu įvertinimu, 0 – blogiausiu. *F1 skalės* formulė:

$$F1 = \frac{2(\text{preciziškumas} \times \text{atgaminimas})}{\text{preciziškuma} + \text{atgaminimas}}$$

mAP (angl. *mean Average Precision*) – suvidurkintas aptikimo tikslumas, rodmuo, apibūdinantis, kaip tiksliai vaizde aptinkamas norimas objektas. Beje, tai dažniausiai naudojama metrika objektams atpažinti. Tai tarsi kompromisas tarp preciziškumo ir atgaminimo sustiprinant abiejų savybes.

Toliau buvo atliekami koreliacijos tarp nugriuvusio asmens ir atstumo iki kameros skaičiavimai.

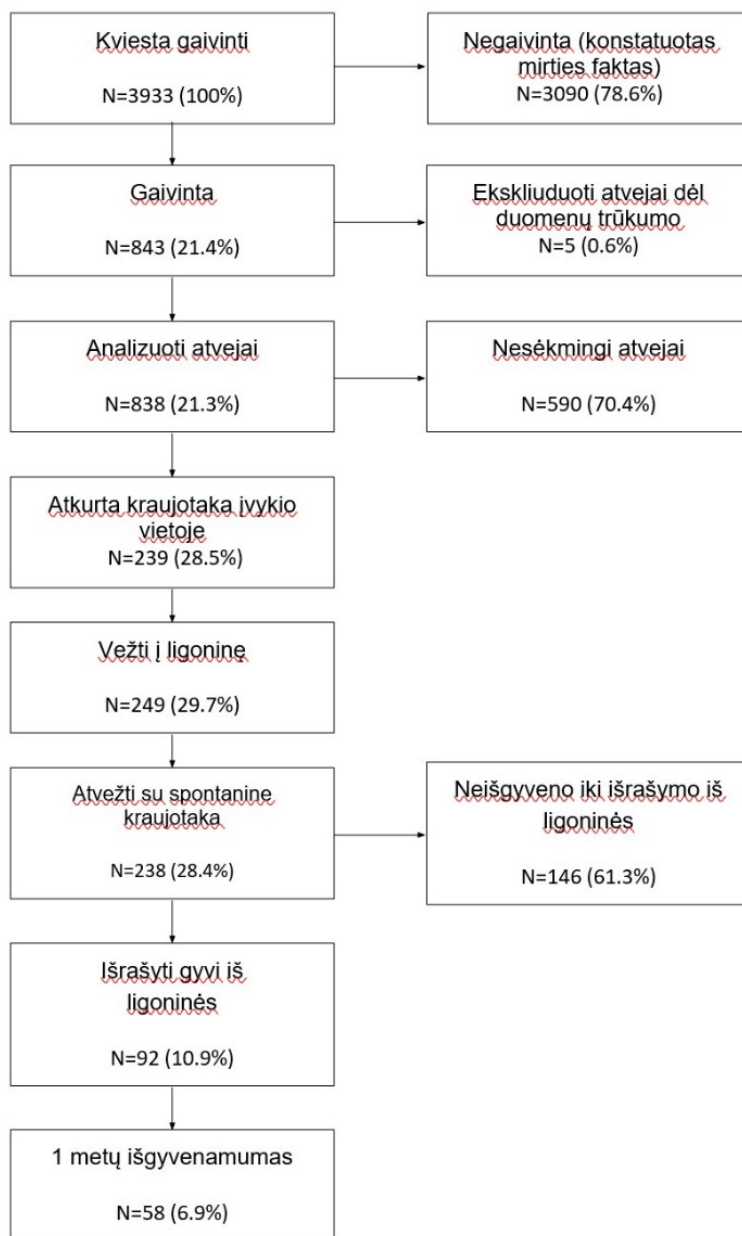
4. REZULTATAI

4.1. Gaivinimo už ligoninės ribų baigtims reikšmingi veiksniai ir gaivinimo apimtys 2016–2018 m. laikotarpiu Kauno mieste

Tyrime analizuoti 838 staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejai, registruoti 2016–2018 metais, kai dispečerio pagalba buvo aktyvuotos gaivinimo GMP brigados (95,8 atvejai 100 tūkst. gyventojų per metus). Atvejai analizuoti dviem pjūviais, nes taip geriausiai atspindimas sistemos efektyvumas. Mūsų pasirinktas duomenų rinkimo Utsteino protokolas yra pripažintas ir naudojamas tarptautiniu mastu [41].

4.1.1 paveiksle pateikta tyrimo struktūrinė schema, iš kurios matyti, kad per trejus metus gaivinti suaugusiųjų Kauno mieste buvo kviesta 3 933 kartus, bet 78,6 proc. atvejų ($n = 3\ 090$) konstatuotas mirties faktas. Taigi tyrimo objektu tapo 843 atvejai, deja, pradėjus analizę 5 atvejus teko atmesti dėl duomenų trūkumo. Nesėkmingi atvejai sudarė 70,4 proc.

Tyrime analizuotų pacientų, patyrusių SŠS už ligoninės ribų, charakteristika: amžiaus mediana – 71 (IQR 58–81) metai, iš jų 66,7 proc. buvo vyrai. 73,8 proc. SŠS atvejų įvyko namuose, 59,3 proc. – kito asmens akivaizdoje, net pusė jų (54,5 proc.) buvo skubiai gaivinti šalia esančių žmonių. 78,8 proc. visų atvejų buvo numanoma medicininė priežastis, todėl taikyti skubūs pagalbos teikimo veiksmai. Vienu atveju iki GMP atvykimo buvo atlikta defibriliacija. 27,6 proc. atvejų pirmasis širdies ritmas buvo defibriliuojamas, o 68,5 proc. atvejų – nedefibriliuojamas (4.1.1 lentelė).



4.1.1 pav. GMP kvietimai, kai buvo gaivinama, 2016–2018 m.

4.1.1 lentelė. Staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų pacientų charakteristikos (n= 838)

Veiksny	Charakteristika	Atvejai 838 (100 proc.)	Utsteino grupė 138 (16,5 proc.)
	Dažnis 100,000 gyventojų per metus	95,4	15,7
Dispečerio atpažintas staigus širdies sustojimas	Taip	419 (50,0 proc.)	81 (58,7 proc.)
	Ne	103 (12,3 proc.)	11 (8,0 proc.)
	Buvo gyvi	157 (18,7 proc.)	13 (9,4 proc.)
	Trūksta duomenų	159 (19,0 proc.)	33 (23,9 proc.)
Dispečerio vadovaujamas gaivinimas	Taip	374 (44,6 proc.)	73 (52,9 proc.)
	Ne	146 (17,4 proc.)	19 (13,8 proc.)
	Buvo gyvi	155 (18,5 proc.)	13 (9,4 proc.)
	Trūksta duomenų	163 (19,5 proc.)	33 (23,9 proc.)
Amžius	Mediana	71 m. (IQR, 58–81)	70,5 (IQR 59–77)
	Min.–maks.	18–99	33–91
	Trūksta duomenų	2 (0,2 proc.)	0 (0,0 proc.)
Lytis	Vyras	559 (66,7 proc.)	112 (81,2 proc.)
	Moteris	279 (33,3 proc.)	26 (18,8 proc.)
Vieta	Namai	607 (73,8 proc.)	88 (63,8 proc.)
	Slaugos namai/medicinos įstaiga	43 (5,2 proc.)	6 (4,3 proc.)
	Vieša vieta	173 (21,0 proc.)	44 (31,9 proc.)
	Trūksta duomenų	15 (1,8 proc.)	0 (0,0 proc.)
Etiologija	Liga/širdinė priežastis	660 (78,8 proc.)	138 (100 proc.)
Liudininkai	Praeivis	497 (59,3 proc.)	138 (100 proc.)
	GMP	100 (11,9 proc.)	
	Be liudininkų	103 (12,3 proc.)	
	Trūksta duomenų	138 (16,5 proc.)	
Liudininkų atliktas gaivinimas	Taip	457 (54,5 proc.)	109 (79,0 proc.)
	Ne	194 (23,2 proc.)	23 (16,7 proc.)
	Buvo gyvi	168 (20,0 proc.)	6 (4,3 proc.)
	Trūksta duomenų	19 (2,3 proc.)	0 (0,0 proc.)

4.1.1 lentelės tęsinys

Veiksny	Charakteristikos	Atvejai	Utstein grupė
Pirmas registruotas širdies ritmas	SV/ST be pulso	231 (27,5 proc.)	138 (100 proc.)
	EMD/asistolija	576 (68,5 proc.)	
	Trūksta duomenų	32 (3,8 proc.)	
GMP defibriliacija	Taip	231 (27,6 proc.)	138 (100 proc.)
	Ne	607 (72,4 proc.)	
Adrenalin	Taip	760 (90,7 proc.)	113 (81,9 proc.)
	Ne	78 (9,3 proc.)	25 (18,1 proc.)
Transportuoti į ligoninę	Taip	249 (29,7 proc.)	78 (56,5 proc.)
	Specializuotas centras	216 (86,7 proc.)	78 (56,5 proc.)
	Nespecializuotas centras	33 (13,3 proc.)	0 (0 proc.)
Koronarografija	Taip	97 (40,8 proc.)*	59 (59,0 proc.)**
Okliuduotų koronarinių arterijų skaičius	0	14 (14,7 proc.)	8 (13,6 proc.)
	1	23 (24,2 proc.)	16 (27,1 proc.)
	2	19 (20,0 proc.)	13 (22,0 proc.)
	3	39 (41,1 proc.)	22 (37,3 proc.)
	Trūksta duomenų	2 (2,1 proc.)	0 (0 proc.)
Tikslinė temperatūros kontrolė	Atlikta	5 (2,1 proc.)*	1 (1,3 proc.)**
	Indikuotina, bet neatlikta	152 (63,9 proc.)*	52 (69,0 proc.)**
	Neindikuotina	39 (16,4 proc.)*	18 (24,0 proc.)**
	Trūksta duomenų	42 (17,6 proc.)*	4 (5,3 proc.)**

*Procentai skaičiuoti nuo visų pacientų, paguldytų į ligoninę (n = 238);

** procentai skaičiuoti nuo Utsteino pogrupio pacientų, paguldytų į ligoninę (n = 75).

EMD – elektromechaninė disociacija; GMP – greitoji medicinos pagalba; SV / ST – skilvelių virpėjimas / skilvelinė tachikardija.

Iš visų skambučių, kviečiančių GMP, padedant dispečeriui 50,0 proc. atvejų įtartas SŠS už ligoninės ribų, gaivinimo instrukcijos telefonu suteiktos 44,6 proc. atvejų.

Tiriant ir vertinant tokias būkles kaip staigi mirtis, būtina išanalizuoti visų gaivinimo proceso veiksmų laiką. GMP reagavimo laiko mediana nuo aktyvavimo iki paciento – apie 10 min., nuo išvykimo iki defibriliacijos – apie 11 min., o nuo išvykimo iki pirmojo vaisto suleidimo – 15 min. Visi reikšmingi laikai analizuojant procesą pateikti 4.1.2 lentelėje.

4.1.2. lentelė. GMP laikas nuo aktyvavimo iki įvykio vietos, iki paciento ir defibriliacijos

Laikas (min)	Atvejai		Utsteino grupė	
	n	Mediana (IQR)	n	Mediana (IQR)
Nuo išvykimo iki įvykio vietos	738	9 (7–11)	132	8 (7–10)
Nuo išvykimo iki paciento	681	10 (8–12)	132	9 (8–11)
Nuo išvykimo iki defibriliacijos	242	11 (9–14)	133	11 (9–13)
Nuo išvykimo iki adrenalino	660	15 (12–18)	111	15 (12–17)
Nuo įvykio vietos iki ligoninės	248	6 (5–9)	78	6,5 (5–9)

Pacientų baigčių duomenys pagal Utsteino protokolą viso tyrimo laikotarpio ir atskirai kiekvienų metų pateiktos 4.1.3 lentelėje. Visais metais absoliutusis atvejų skaičius buvo panašus. 28,4 proc. visų atvejų po SŠS savaiminė kraujotaka sėkmingai atkurta ir palaikyta iki ligoninės. Iki išrašymo iš ligoninės išgyveno bendroje atvejų grupėje 10,9 proc. pacientų (n = 92), Utsteino grupėje – 47,1 proc. (n = 65); iki vienerių metų Utsteino grupėje išgyveno 27,5 proc. pacientų (n= 38), bendroje – 6,9 proc. (n = 58). Bendroje grupėje mažiausiai pacientų išgyveno, kai širdies ritmas buvo nedefibriliuojamas ir SŠS įvyko liudininkų akivaizdoje (įvykusieji GMP akivaizdoje atmesti) – iki išleidimo iš ligoninės tik 2,2 proc. (n = 7), vienerius metus – 0,9 proc. (n = 3).

4.1.3 lentelė. Pacientų baigtys pagal Utsteino protokolą (n= 838)

Pacientų baigtys	Savaiminė kraujotaka sugrįžo (ROSC) iki ligoninės		Išgyveno iki išrašymo iš ligoninės		Išgyveno vienerius metus	
	Taip N (proc.)	Ne N (proc.)	Taip N (proc.)	Ne N (proc.)	Taip N (proc.)	Ne N (proc.)
Visi GMP gaivinimo atvejai						
2016–2018 n=838	238 (28,4)	600 (71,6)	92 (10,9)	746 (89,0)	58 (6,9)	780 (93,1)
2016 n=312	84 (26,9)	228 (73,1)	27 (8,7)	285 (91,3)	12 (3,8)	300 (96,2)
2017 n=281	79 (28,1)	202 (71,9)	34 (12,1)	247 (87,9)	22 (7,8)	259 (92,2)
2018 n=245	75 (30,6)	170 (69,4)	31 (12,7)	214 (87,3)	24 (9,8)	221 (90,2)
Defibrilijuojami liudininkų akivaizdoje (GMP akivaizdoje atmesti)						
2016–2018 n=138	75 (54,3)	63 (45,7)	65 (47,1)	73 (52,9)	38 (27,5)	100 (72,5)
2016 n=42	21 (50)	21 (50)	13 (31)	29 (69)	9 (21,4)	33 (78,6)
2017 n=49	27 (55,1)	22 (44,9)	26 (53,1)	23 (46,9)	11 (22,4)	38 (77,6)
2018 n=47	27 (57,4)	19 (40,4)	26 (55,3)	21 (44,7)	18 (38,3)	29 (61,7)
Defibrilijuojami /liudininkų gaivinti (GMP akivaizdoje atmesti) N=165						
2016–2018	83 (50,3)	82 (49,7)	56 (33,9)	109 (66,1)	38 (23,0)	127 (77)
2016 n=58	23 (39,7)	35 (60,3)	14 (24,1)	44 (75,9)	5 (8,6)	53 (91,4)
2017 n=50	28 (56,0)	22 (44)	18 (36)	32 (64)	12 (24,0)	38 (76)
2018 n=57	32 (56,1)	25 (43,9)	24 (42,1)	33 (57,9)	21 (36,8)	36 (63,2)
Nedefibrilijuojami liudininkų akivaizdoje (GMP akivaizdoje atmesti)						
2016–2018 n=318	61 (19,2)	257 (80,8)	7 (2,2)	311 (97,8)	3 (0,9)	315 (99,1)
2016 n=108	23 (21,3)	85 (78,7)	2 (1,9)	106 (98,1)	0 (0,0)	108 (100)
2017 n=132	23 (17,4)	109 (82,6)	5 (3,8)	127 (96,2)	3 (2,3)	129 (97,7)
2018 n=78	15 (19,2)	62 (79,5)	0 (0,0)	78 (100)	0 (0,0)	78 (100)

Išanalizavus duomenis nustatyta, kad nedefibriliuojamas širdies ritmas buvo statistiškai reikšmingai dažnesnis – 68,5 proc. atvejų (n = 576), lyginant su defibriliuojamu – 27,5 proc. atvejų (n = 231). Atlikus daugialypę statistinę analizę (GS – 14,55; 95 proc. PI 7,35–28,82) gautas statistiškai reikšmingas rezultatas.

Daugialypė statistinė analizė atskleidė, kad statistiškai reikšmingi išgyvenamumo veiksniai yra ≤ 10 min. (≤ 600 sek.) laiko intervalas nuo skambučio priėmimo iki atvykimo pas pacientą (GS – 2,18; 95 proc. PI 1,19–4,01) ir paciento amžius ≤ 80 metų (GS – 2,96; 95 proc. PI 1,18–7,41).

Mirtis ištikusi liudininkų akivaizdoje (GS – 1,95; 95 proc. PI 0,97–3,64) ir vyriškoji lytis (GS – 1,44; 95 proc. PI 0,70–2,97) nebuvo statistiškai reikšmingi veiksniai (4.1.4 lentelė).

Taigi, atliktas tyrimas leido įžvelgti net penkis veiksnius, reikšmingai susijusius su geresniu išgyvenamumu:

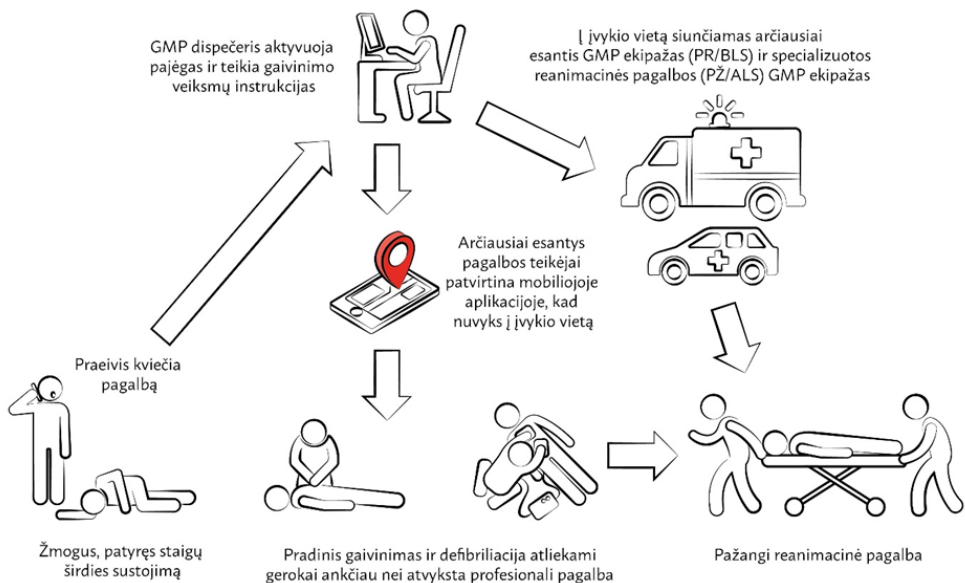
1. Registruotas pirmasis širdies ritmas yra laiku defibriliuojamas;
2. Laikas nuo skambučio priėmimo iki atvykimo pas pacientą – mažiau nei 10 min.;
3. Širdies sustojimas įvyko šalia esant liudininkų, kurie yra orientuoti ir geba atlikti pirmuosius svarbius veiksmus staiga sustojus širdžiai;
4. Amžius – iki 80 metų;
5. Vyriškoji lytis.

4.1.4 lentelė. Išgyvenamumas iki išrašymo iš ligoninės visais staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejais, kai GMP atliko gaivinimą (daugialypė statistinė analizė)

Kintamasis	GS	95 proc. PI	p
Vyriškoji lytis	1,44	0,70–2,97	0,325
Amžius ≤ 80	2,96	1,18–7,41	0,020
Defibriliuojamas ritmas	14,55	7,35–28,82	<0,001
Mirtis liudininkų akivaizdoje	1,95	0,97–3,64	0,063
GMP atvykimas per ≤ 10 min.	2,18	1,19–4,01	0,012

GS ir 95 proc. PI iš logistinės regresijos. Regresija kontroliuota pagal lytį.

4.2. Bandomojo pagalbos teikėjų tinklo veiklos rezultatai

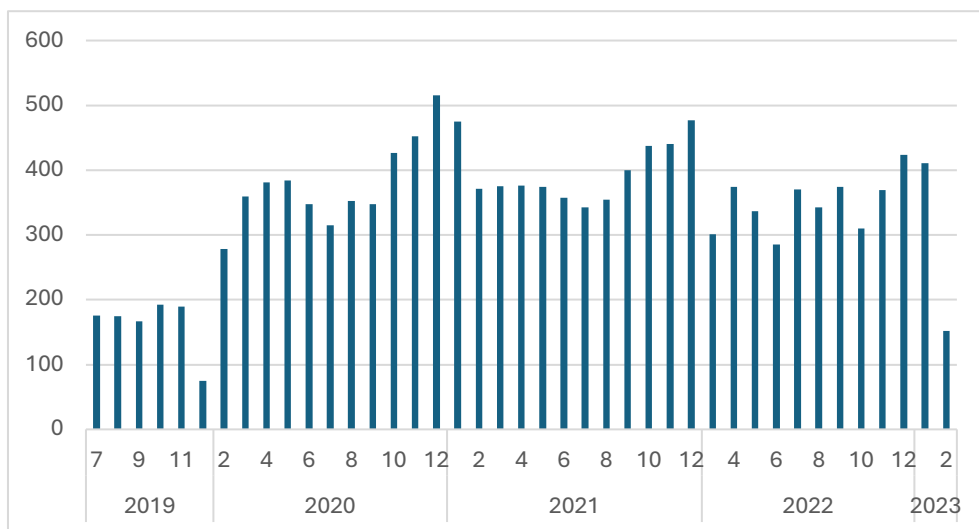


4.2.1 pav. Pagalbos teikėjų tinklo schema

Tyrimo metu visoje Lietuvoje veikė bandomasis pagalbos teikėjų tinklas, kurio vartotojai buvo gaivinimo mokymus baigę visuomenės nariai, iš viso – 5 693. Jie SMS žinute ar per mobiliąją aplikaciją AED ALERT iš dispečerio gauna tikslią informaciją, kur įvyko širdies sustojimas. Vieni jų siunčiami tiesiai prie nukentėjusio, kiti – atnešti artimiausią AID. Šis bandomasis projektas vykdytas nuo 2019 m. birželio mėn. iki 2023 m. vasario mėn. Projekto metu buvo registruoti 13 929 įvykiai (4.2.2 lentelė).

4.2.2 lentelė. Bandomojo AED ALERT mobiliosios aplikacijos projekto Lietuvoje apžvalga

Periodas	2019 birželis–2023 vasaris
Vartotojų skaičius	5 693
AID skaičius	214
Įvykių skaičius	13 929



4.2.3 pav. Bandomojo tyrimo programėlės aktyvavimas 2019–2023 m. pagal mėnesius

Per bandomąjį laikotarpį gauti duomenys buvo sugrupuoti. 4.2.3 paveiksle pateikti susumuoti programėlės aktyvavimo skaičiai pagal mėnesius ir metus, o 4.2.4 lentelėje – pagal kvietimo priėmimo skaičius.

Iš 4.2.3 grafiko matyti tam tikros sezoniškumo tendencijos, kai per tam tikrą mėnesį aktyvavimo skaičius viršija 400 kartų. Bent 1 kvietimas buvo priimtas 18,08 proc. atvejų (4.2.4 lentelė).

4.2.4 lentelė. Kvietimo priėmimo dažnumas

Priėmimas	2019	2020	2021	2022	2023	Iš viso	Proc.
0	135	3 432	4 078	3221	544	11 410	81,92 proc.
1	344	552	640	258	19	1 813	13,02 proc.
2	248	158	56	8		470	3,37 proc.
3	138	12	5			155	1,11 proc.
4	45	2				47	0,34 proc.
5	31	3				34	0,24 proc.
Įvykiai	941	4 159	4 779	3 487	563	13 929	100 proc.

4.3. Dirbtinio intelekto pritaikomumas atpažinti staigų širdies sustojimą

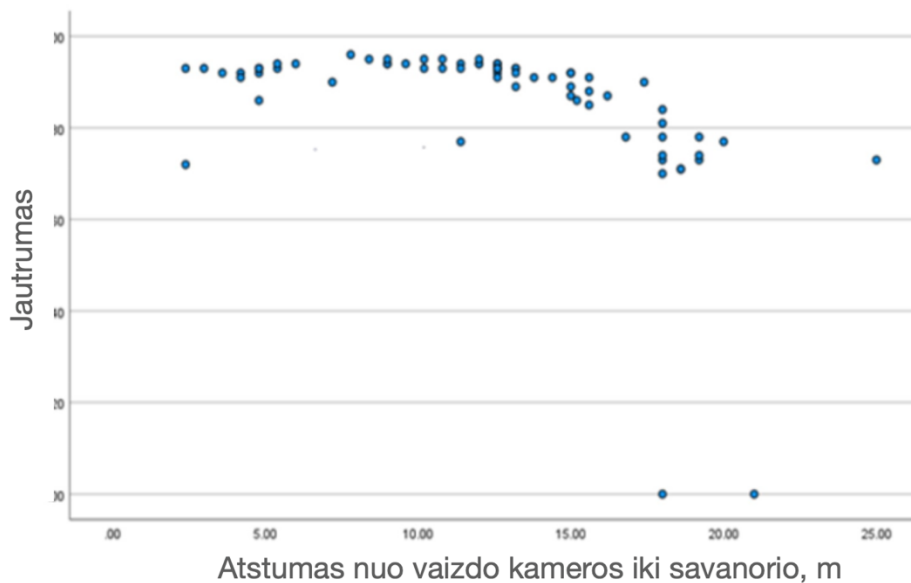
Analizuojant DI pritaikomumą atpažinti SŠS, vertinami keturi svarbiausi parametrai:

1. Preciziškumas (angl. *precision*). Preciziškumas yra tiesiogiai proporcingas tikslų teigiamų prognozių santykiui arba mažumos klasės prognozių tikslumui. Apskaičiuotas pagal formulę $TP / (TP + FP)$, gautas rezultatas – 0,968.
2. Atgaminimas (angl. *recall*). Atgaminimas matuoja teisingai nuspėtų teigiamų rezultatų rodiklį, t. y. identifikuoja, kiek teigiamų atvejų buvo teisingai nustatyti. Apskaičiuotas pagal formulę $TP / (TP + FN)$, gautas rezultatas – 0,95, o tai reiškia, kad mūsų sukurtas modelis atpažino 95 proc. nugriuvusių žmonių.
3. F1 skalė. F1 skalės metrika yra preciziškumo ir atgaminimo derinys. Ji labai tinka tais atvejais, kai norima palyginti du klasifikatorius. Apskaičiuotas pagal formulę $2 * (Prec * Rec) / (Prec + Rec)$, gautas rezultatas – 0,958.
4. mAP (angl. *mean Average Precision*) – suvidurkintas aptikimo tikslumas, rodmuo, apibūdinantis, kaip tiksliai vaizde aptinkamas norimas objektas. Mūsų modelyje jis yra 0,978.



4.3.1 pav. Dirbtinio intelekto Tireless modelio veikimas (vaizdas iš vykdyto eksperimento)

Atlikus detalesnę duomenų analizę ryšiui tarp atstumo nuo kameros ir objekto atpažinimo tikslumo nustatyti, išsiaiškinta, kad kuo arčiau kameros yra objektas, tuo geriau modelis atpažįsta nugriuvusį žmogų (4.3.2 pav.).



4.3.2 pav. *Dirbtinio intelekto algoritmo preciziškumo priklausomybė nuo atstumo iki kameros*

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Šis tyrimas yra pirmasis staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų tyrimas Lietuvoje, vykdytas Lietuvos sveikatos mokslų universitete trejų metų laikotarpiu. Analizei naudotas Utsteino protokolas leido geriau palyginti esamą sistemą su kitomis. Nustatytas bendrasis išgyvenamumas iki išrašymo iš ligoninės yra 10,9 proc., o Utsteino lyginamosios grupės – siekia 47,1 proc.

Mūsų nuomone, gauti rezultatai yra geresni nei EuReCA TWO tyrime, kuriame bendras išgyvenamumas išrašant iš ligoninės siekė 8 proc., o Utsteino lyginamosios grupės 31 proc. [2]. *Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival* (CARES) registro 2017 m. ataskaitoje bendras išgyvenamumas iki išrašymo iš ligoninės siekė 10,4 proc., o Utsteino lyginamosios grupės - 32,6 proc. [82]. Bendras vienerių metų išgyvenamumas mūsų tyrime siekė 6,9 proc., o Utsteino grupėje – 27,5 proc.

Utsteino lyginamosios grupės išgyvenusieji sudarė 65,5 proc. iš visų išgyvenusių vienerius metus. Neseniai publikuotos staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų metanalizės, kurioje analizuota 141 studija, duomenimis, vienerių metų išgyvenamumas buvo 7,7 proc. [2].

GMP dėl staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų dažnumas Kaune buvo 95,8 atvejo 100 tūkst. gyventojų per metus, t. y. gerokai didesnis nei EuReCa TWO studijoje (56 atvejai 100 tūkst. gyventojų per metus) [2], CARES studijoje (74,3 atvejo 100 tūkst. gyventojų per metus) [82], AusROC Epistry registre (47,6 atvejo 100 tūkst. gyventojų per metus) 2015 m. [83]. Pastebėta, kad jis pranoko ir šiaurės Europos šalių (Danijos [9], Suomijos (84), Švedijos [11], Norvegijos [85]), taip pat kaimyninės Lenkijos [13] duomenis.

Mūsų tyrimo duomenimis, atvejai, kai gaivinimą pradėjo ar tęsė GMP personalas, sudarė 21,4 proc., lyginant su 62,6 proc. EuReCa TWO studijoje [2].

Dėl įvairių migracijos ypatumų bendra Kauno m. populiacija, kuriai teikia pagalbą VŠĮ „Kauno miesto greitosios medicinos pagalbos stotis“, sumažėjo nuo 0,36 mln. 2007 metais iki 0,29 mln. 2017 metais, tačiau GMP atvejų skaičius, kai taikytas gaivinimas dėl staigaus širdies sustojimo, padidėjo penkis kartus: nuo 19,96 atvejo 100 tūkst. gyventojų 2007 metais [86] iki 97,4 atvejo 100 tūkst. gyventojų 2017 metais.

Vertinant žmogaus gyvybę ir vadovaujant dispečeriui, GMP atliekami gaivinimai pradedami vis didesniai skaičiui pacientų, net ir tokiais atvejais, kurie anksčiau buvo laikomi neperspektyviais. Reikia manyti, kad ši prielaida yra teisinga.

2007 m. studijos duomenimis [86], remiantis apskaičiuotu santykiu tarp atliktų gaivinimų skaičiaus ir atvejų, kai pirmasis nustatytas ritmas defibriliuojamas, skaičiaus, buvo 43 gaivinimai 100 tūkst. gyventojų per metus, o skilvelių virpėjimo / skilvelinės tachikardijos be pulso – 48 proc. atvejų.

Mūsų tyrime pirmasis registruotas defibriliuojamas ritmas buvo 27,5 proc. atvejų. Lietuvoje bandymo gaivinti dažnumas yra didesnis, nes nėra atsakymo būti gaivinamam (angl. *do-not-attempt to resuscitate*, DNAR). PR komandos turi pradėti gaivinti visais atvejais, išskyrus tuos, kai yra matomi akivaizdūs mirties požymiai: pomirtinis sąstingis (*rigor mortis*), su gyvybe nesuderinami sužalojimai. Pastebėta, kad šeimos nariai ar praeiviai visada tikisi, kad bus atliekami profesionalūs gaivinimo veiksmai, net jeigu tikimybės, kad jie bus sėkmingi, nėra.

Mūsų tyrimo duomenimis, pradinį gaivinimą iki GMP atvykimo praeiviai atliko 54,5 proc. atvejų. Panašūs ir EuReCa TWO studijos duomenys (58 proc.) [2], bet skaičius mažesnis nei kitose šiaurės Europos šalyse, kaip antai: Norvegijoje siekia 80 proc. [85], Danijoje – 80,6 proc. [87], Švedijoje – 68,2 proc.

Mažesnis praeivių įsitraukimas ir gaivinimo veiksmų taikymas galimai susijęs su stoka nacionalinių iniciatyvų, piliečių mokymo, kurie gebėtų pritaikyti išmokus įgūdžius visuomenėje. Lietuvoje nėra ir privalomojo pradinio gaivinimo mokymų mokyklose, nacionalinės automatinių išorinių defibriliatorių diegimo programos.

Pirmosios pagalbos teikėjų programėlės AED ALERT ir tinklo diegimo darbai pradėti tik 2019 m. ir tik Kauno regione. 2016 m. Kauno viešose vietose buvo tik 5 AID, sujungti su VšĮ „Kauno miesto greitosios medicinos pagalbos stotimi“. AID tinklas Kauno m. pradėtas plėsti tik 2018 metais. Spėtina, kad tai paaiškina, kodėl tyrimo laikotarpiu iki GMP atvykimo sėkmingai defibriliuotas tik vienas žmogus.

Mūsų tyrime išsiaiškinti penki veiksniai, susiję su geresniu išgyvenamumu iki išrašymo iš ligoninės, iš kurių trys buvo statistiškai reikšmingi daugialypiame modelyje: defibriliuojamas ritmas, amžius ≤ 80 metų ir GMP

atvykimo laikas ≤ 10 min. (4.1.4 lentelė). Panašius veiksnius savo tyrimuose mini ir dar keli tyrėjai [88, 89].

Dvylika staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų studijų apimantis tyrimas įrodė, jog svarbiausias veiksnys yra pirmasis registruotas defibriliuojamas ritmas, kuris ir lemia geresnį išgyvenamumą iki išrašymo iš ligoninės, o vyresnis amžius ir ilgesnis laikas iki GMP atvykimo susiję su blogesne baigtimi. Nekyla abejonių, kad vieša vieta, įvykis liudininkų akivaizdoje, liudininko atlikta defibriliacija gerokai padidina tikimybę išgyventi [88]. Al-Dury su bendr. [89] nustatė, jog svarbiausias išgyvenimo prognozinis veiksnys yra pirmasis registruotas ritmas, toliau eina amžius, laikas, kada pradėtas gaivinimas, GMP reagavimo laikai ir įvykio vieta.

Mūsų tyrimas atskleidė keletą sisteminių pagalbos staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejais trūkumų. Pas mus tikslinė temperatūros kontrolė ligoninėje buvo taikoma tik 2,6 proc. pacientų, o CARES studijos duomenimis, – 45,5 proc. pacientų [82]. Gydomo įstaigose, kur yra galimybė bet kuriuo metu atlikti PVAI, nebuvo taikomas standartizuotas gydymo po gaivinimo protokolas (kurio dalis yra tikslinė temperatūros kontrolė). Kadangi pacientų neurologinės baigtys išrašant iš ligoninės po SŠS, įvykusio už ligoninės ribų, nėra vertinamos, nebuvo galimybės užpildyti Utsteino protokolo dalies su CPC ar mRS skalėmis. Darytina prielaida, jog į reabilitaciją išsiųstų pacientų (48,9 proc.) neurologinė būklė buvo geresnė, o į slaugos įstaigas (12 proc.) – blogesnė (pvz., komos būseną).

Mūsų tyrime pasitaikė tam tikrų nesklandumų, kurie trikdė suplanuotus darbus, pvz., dėl techninių kliūčių stigo duomenų dispečerių pokalbių įrašuose nuo 2018 m. gegužės iki gruodžio mėnesio. Šis tyrimas – tai atspirties taškas ateities tyrimams, analizuojant procesus, veiksmus staigaus širdies sustojimo už ligoninės ribų atvejais.

Atliekant tyrimą pastebėta, kad bandomasis pagalbos teikėjų tinklas neabejotinai yra reikalingas ir naudingas gerinant baigtis po staigaus širdies sustojimo. Panašaus tyrimo duomenimis, pagalbos teikėjai defibriliaciją AID atliko 16 proc. visų patyrusiųjų SŠS, o defibriliacijos, atliekamos GMP personalo, poreikis sumažėjo nuo 73 proc. iki 39 proc., laiko mediana nuo skambučio iki defibriliacijos sumažėjo apytiksliai 2,5 minutėmis – nuo 11,7 iki 9,3 min. Iš viso minimame tyrime dalyvavo 5 735 apmokyti savanoriai, buvo 785 AID stotelės [90].

Aptariant trečiosios tyrimo dalies rezultatus, pirmiausia reikia pasakyti, kad nugriuvimo atpažinimo sistemos gali būti skiriamos į dvi kategorijas: atpažinimas, kuris įvyksta pasitelkus nešiojamuosius (angl. *wearables*) prietaisus, ir atpažinimas vaizdo filmavimo kameromis [91]. Taikant nešiojamaisiais prietaisais grįstą griuvimo atpažinimo sistemą, žmogus turi užsidėti ar prisisegti prie rūbų elektroninius jutiklius, kurie registruoja įvairius parametrus [92] arba triakslinius akcelerometrų, registruojančius judėjimo kryptį [93]. Kai kurie iš jų gali turėti integruotą pagalbos kvietimo mygtuką. Deja, šie jutikliai turi ir trūkumų: reikia energijos šaltinio, juos reikia nešioti atliekant kasdieninę veiklą, neįmanoma paspausti pagalbos mygtuko staiga netekus sąmonės. Nepaisant trūkumų, nešiojamosios griuvimo atpažinimo sistemos yra komerciškai prieinamos ir naudojamos vyresnio amžiaus žmonių griuvimui nustatyti.

Vaizdo atpažinimo sistemos veikiančios vaizdo filmavimo kamerų principu [94] yra naujas sprendimas, nereikalingas interakcijos, prietaisų nešiojimo. Šio tipo sistemos gali stebėti bei fiksuoti ne tik įvairias veiklas, bet ir registruoti griuvimus ar siųsti vaizdą vertinimui.

Literatūros duomenimis, laiko, per kurį dispečeris atpažįsta SŠS, mediana yra 60 sek. [54]. Manytina, kad DI SŠS atpažinti galėtų daug greičiau, o tai labai pagerintų pacientų neurologines baigtis [95].

Tyrimo metu buvo siekiama įvertinti naujo DI modelio, grindžiamo vaizdų iš viešojo stebėjimo kamerų analize, įtaką GMP aktyvavimui, kai SŠS ištinka šalia nesant liudininko. Nors sveikatos sistemos virtualių asistentų nauda yra tirta, tačiau šioje srityje analogų nepavyko rasti, juolab palyginti efektyvumą.

Literatūros duomenimis, technologijų įvairovę bandoma diegti į gyvybės grandinę, įskaitant baigčių prognozavimą [96, 97], prevenciją ir greitą atpažinimą [98]. Bandoma kurti sistemas, kurios padėtų kuo anksčiau pradėti gaivinimo veiksmą ir defibriliaciją [99], netgi prognozuoti gaivinimo sėkmę.

Nerimą kelia tai, jog neseniai pasibaigusi pasaulinė Covid-19 pandemija lėmė sumažėjusį praeivių norą patikrinti ir įvertinti nugriuvusio žmogaus gyvybines funkcijas, laiku pradėti krūtinės ląstos paspaudimus ir naudoti automatinį išorinį defibriliatorių. Ši tendencija išryškėjo atlikus apklausą 26 šalyse, apklausti 1 300 respondentai [100]. Tai dar kartą įrodo, jog reikalingi inovatyvūs ir efektyvūs įrankiai, kurie padėtų kuo anksčiau atpažinti SŠS ir aktyvuoti GMP pajėgas.

Sveikatos priežiūroje vis svarbesnės tampa autonominės stebėsenos sistemos. Deja, jos turi ir trūkumų, kaip antai saugumo ir privatumo užtikrinimas. Visi užregistruoti duomenys yra jautrūs saugumo ir kritiškai svarbūs privatumo atžvilgiu, todėl reikia imtis skubių priemonių prevenciškai reaguojant ir apsaugant nuo kibernetinių atakų. Mūsų nuomone, privatumas turėtų būti prioritetas diegiant autonomines sveikatos stebėjimo sistemas.

Stebimo asmens pažeidžiamumas priklauso nuo naudojamų jutiklių. Pavyzdžiui, vaizdo kameromis vykdomas stebėjimas gali labiau veikti žmogaus privatumą nei prie rūbų tvirtinami akselerometrai. Visi asmens sveikatos duomenys yra jautrūs, todėl saugumas ir asmens privatumas turi išlikti prioritetiniu uždaviniu, tikslui pasiekti tikslinga diegti saugumo protokolus.

DI algoritmo panaudojimas vaizdo stebėjimo kameroje nugriuvimui dėl SŠS atpažinti buvo bandomasis eksperimentas, o pats modelis dar tebėra kuriamas. Gauti rezultatai yra daug žadantys, todėl *Tireless* modelį reikia toliau tobulinti ir treniruoti, atlikti bandymus su didesniu atvejų skaičiumi. Svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog mūsų tyrimas labiau telkėsi į DI modelio naudojimą, o ne palyginimą su kitomis sistemomis. Ir galiausiai, geriausiai pritaikomumas ir rezultatai vertinant efektyvumą realiomis sąlygomis atspindėtų apdorojant tikrų įvykių vaizdo įrašus.

IŠVADOS

1. Trejų metų laikotarpiu gaivinti GMP brigados kviestos 3 933 kartus: net 21,4 proc. atvejo taikytas gaivinimas, 28,5 proc. atvejo įvykio vietoje atkurta kraujotaka, iš hospitalizuotų pacientų 10,9 proc. išrašyti gyvi iš ligoninės, o vienerius metus išgyveno 6,9 proc.
2. GMP dispečeriui padedant laiku atpažinti staigų širdies sustojimą už ligoninės ribų, trumpėja laikas iki defibriliacijos bei pirmojo vaisto suleidimo, didėja savaiminės kraujotakos atkūrimo tikimybė įvykio vietoje, tikėtina palankesnė baigtis bei geresnis vienerių metų išgyvenamumas. Su geresniu išgyvenamumu reikšmingai susiję penki veiksniai: laikas nuo skambučio priėmimo iki atvykimo – mažiau nei 10 min., staigus širdies sustojimas įvyko liudininkų, kurie yra orientuoti ir geba atlikti pirmuosius pagalbos veiksmus, akivaizdoje, pirmasis širdies ritmas defibriliuojamas, paciento amžius – mažiau nei 80 metų ir vyriškoji lytis.
3. Apmokyti pirmosios pagalbos teikėjai bandomojo tyrimo laikotarpiu per mobiliąją aplikaciją AED ALERT buvo aktyvuoti 13 929 kartus. Aktyvavimo poreikio tendencijos trejų metų laikotarpiu skyrėsi priklausomai nuo metų laiko; visu stebėjimo laikotarpiu spalio–sausio mėnesiais buvo daugiau nei 400 kvietimų per mėnesį.
4. Sukurtas eksperimentinis dirbtinio intelekto modelis (pvz., *Tireless*), galintis viešąją erdvę stebinčiomis vaizdo kameromis eksperimento sąlygomis atpažinti staiga nugriuvusį žmogų; sukurtas algoritmas padeda atpažinti daugiau kaip 95 proc. nugriuvusių žmonių 20 metrų atstumu nuo vaizdo kameros, aptikimo tikslumas modelyje – 0,978.

PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Sukurti nacionalinę daugiametę strategiją, apimančią visuomenės narių švietimą, kaip atpažinti staigaus širdies sustojimo požymius, visuotinę pirmosios pagalbos įgūdžių mokymąsi, vyresnio amžiaus žmonių gebėjimo orientuotis tam tikroje situacijoje mokymus.
2. Greitosios medicinos pagalbos dispečeriams: kasdieniame darbe įdiegti šiuolaikinių technologijų įrankių, kurie padėtų gaivinimo už ligoninės ribų atvejais, pvz., AED ALERT aplikaciją ir kt.
3. Vaizdo stebėjimo sistemų gamintojams, diegėjams ir naudotojams: įtraukti funkcionalumo kriterijų į sistemą diegiant, pvz., *Tireless* modelį (kai kurie gamintojai neseniai paskelbė apie panašaus funkcionalumo galimybę); sujungti viešojo stebėjimo kamerų duomenis su pagalbos teikimo sistemomis.
4. GMP darbuotojų nešiojamųjų kamerų (numatomų naudoti) vaizdinės informacijos perdavimas galėtų būti naudingas pagalbos teikimo kokybės analizei, telekonsultacijoms, todėl būtų naudinga sudaryti technines galimybes ir teisinę bazę.

SUMMARY

Introduction

Sudden cardiac death (SCD) is a critical medical emergency characterized by the abrupt cessation of cardiac activity, resulting in the inability of the heart to supply blood to the brain and other vital organs. SCD is predominantly triggered by arrhythmias, such as ventricular fibrillation or ventricular tachycardia. These arrhythmic events can manifest without warning, necessitating an immediate and effective response from bystanders to enhance survival outcomes. Prompt resuscitative efforts are vital in reestablishing normal cardiac rhythm and circulation. Key components of resuscitation include performing chest compressions and, when available, administering defibrillation to deliver an electric shock aimed at correcting the arrhythmia. The success of resuscitation efforts is highly contingent on the rapid initiation of these measures. Early resuscitation significantly enhances the likelihood of survival and mitigates the risk of mortality and long-term morbidity. The efficacy of resuscitation is heavily reliant on the swift and coordinated actions of those present at the scene. The immediate decision-making and actions of the first responder, including prompt chest compressions and timely communication with emergency medical services (EMS), are crucial determinants of the patient's survival. Each minute of delay adversely impacts the chances of survival, underscoring the necessity for rapid and well-coordinated resuscitative interventions.

Synchronized chest compressions and ventilation are essential for maintaining oxygenation of the heart and brain during resuscitation efforts. Defibrillation plays a critical role in re-establishing a normal cardiac rhythm. Effective and clear communication between the initial responder and the ambulance dispatcher is paramount in preventing errors and ensuring that resuscitation procedures are executed accurately and promptly. Dispatcher-assisted resuscitation, guided by standardized protocols, ensures that appropriate care is administered from the very first moment, thereby enhancing the effectiveness of the resuscitation efforts.

The incidence of OHCA and the outcomes of resuscitation efforts in Lithuania remain unknown due to the absence of a national registry of sudden deaths. Therefore, this study aims to investigate the prevalence of out-of-hospital resuscitation for sudden cardiac arrest in Kaunas from 2016 to

2018 and to identify factors that could significantly enhance the outcomes of resuscitation efforts for OHCA.

Survival rates following OHCA vary significantly across different countries and regions, with an average survival rate of approximately 10% [1,2]. Recent studies indicate that survival rates can reach up to 70%, which is up to seven times higher than the European average, when victims receive immediate resuscitation and defibrillation from bystanders prior to the arrival of EMS. Survival rates can be as low as 40% when defibrillation is administered by EMS personnel who arrive within 10-15 minutes. Communities that proactively engage in emergency response efforts by establishing networks of trained responders demonstrate improved outcomes. A pilot project for an emergency responder network has been implemented in Lithuania. One of the objectives of this study is to evaluate the feasibility of activating a network of emergency responders connected via a mobile application for cases of out-of-hospital sudden cardiac arrest.

The need for intervention when a person collapses in a public space and beginning resuscitation immediately are both critical. Many public spaces are monitored by CCTV cameras. Modern technology enables not only the observation and recording of images but also their analysis. In cases of out-of-hospital cardiac arrest occurring in public areas without nearby individuals capable of providing assistance, we have developed an experimental artificial intelligence (AI) model designed to detect a collapsing person and automatically notify EMS.

AI can significantly contribute to the detection and assistance of individuals experiencing sudden cardiac arrest. Algorithms tailored for recognizing such events can enable AI to swiftly and accurately assess the situation and alert medical services or nearby responders.

Effective coordination and timely emergency intervention are crucial in preventing resuscitation delays during sudden cardiac arrest, significantly impacting patient survival and quality of life. This work aims to improve the recognition of out-of-hospital sudden cardiac arrest, expedite emergency response calls, and ensure the consistent execution of resuscitation protocols under dispatcher guidance.

1. The aim and objectives of the study

The aim

To explore the possibilities of new technologies, adaptation, and optimisation of dispatcher-assisted resuscitation in OHCA cases.

Objectives

1. Investigate the extent of CPR performed on individuals experiencing OHCA in Kaunas from 2016 to 2018.
2. Identify factors that can significantly improve resuscitation outcomes for individuals experiencing OHCA until hospital discharge.
3. Evaluate the potential of activating a network of responders combined with a mobile application for OHCA cases.
4. Develop and test an artificial intelligence (AI) model capable of detecting a fallen person using surveillance cameras in public spaces.

2. Methods

2.1. Bioethics approval

This study was conducted in the Department of Disaster Medicine of the Lithuanian University of Health Sciences and approved by the regional bioethics committee (approval numbers 2020-07-13 Nr. BE-2-70 ir 2023-03-02 Nr. BE-2-6). Our research followed the principles of the Declaration of Helsinki.

2.2. Study location and population

According to official statistics from 2018, the population of Lithuania totalled 2,808,901, with approximately 70% residing in urban areas. Notably, Kaunas, the second-largest city in Lithuania, boasted a population of 288,363 inhabitants in 2018 and 286,763 in 2019 but exhibited growth to 304,198 by 2024. As of 1 January 2024, the combined population of Kaunas City and its surrounding districts totalled 410,475 inhabitants (79).

The Kaunas City Emergency Medical Services (EMS) is the sole provider of emergency medical assistance within the city's jurisdiction, with its dispatch centre situated within the EMS station building. Each dispatcher adheres to a rigorously protocolised workflow. Notably, in 2011, the Medical Priority Dispatch System (MPDS) ProQACA protocol was implemented,

furnishing precise instructions to callers to facilitate dispatcher-assisted resuscitation efforts.

The EMS station operates on a two-tier principle, dispatching the nearest unit capable of providing Basic Life Support (BLS) as the initial response, followed by an Advanced Life Support (ALS) unit. Most BLS teams consist of paramedics or paramedic nurses equipped with standard medical equipment and automatic external defibrillators (AEDs). Conversely, ALS teams comprise a doctor and/or nurse alongside a paramedic possessing advanced training and skills.

In accordance with national directives, all resuscitation endeavours are mandated to adhere strictly to the guidelines outlined by the European Resuscitation Council. The absence of a formal Do Not Attempt Resuscitation policy complicates matters, necessitating resuscitative measures for all instances of CA, irrespective of the diminished likelihood of success. This includes cases where individuals have terminal illnesses or have exhausted available treatment options for other medical conditions. The only option is for a medical specialist team to decide and document that resuscitation will not be pursued during hospitalisation [80]. However, such a discussion is only available under stationary conditions; after the stationary phase ends, it no longer applies to subsequent stationary cases.

2.3. Study phases and participants

The study was divided into three phases.

The aim of **phase one** was to evaluate the epidemiology and factors associated with better outcomes after OHCA over three years (2016–2018) in Kaunas. We conducted a retrospective data analysis. The participants involved in the study were adults (> 18 years) who experienced sudden death and were resuscitated by emergency personnel. The primary data source was the Kaunas City Ambulance Station's electronic health records system, which includes written and dispatcher call records. The second data source was paper and electronic health records of Kaunas City hospitals. Finally, the third data source was the death registry administered by the Institute of Hygiene. The study was registered on the clinicaltrials.gov platform (NCT04784117, Unique Protocol ID: LITOHCA). The brief title was 'Out-of-Hospital Cardiac Arrest Epidemiology and Outcomes in Kaunas, 2016–2021'.

All data were gathered per the International Utstein Template for Reporting on OHCA Research. The following data were collected:

EMS call records

EMS card ID

Date YYYY-MM-DD

Time 24h format

Dispatcher ID

Patient first and last name

Address of the event

City and district

Date of birth

Age in years

Gender

Dispatcher-identified cardiac arrest

Place of cardiac arrest

Witnessed cardiac arrest

Who witnessed the cardiac arrest

Resuscitation before EMS

Who resuscitated before EMS

Age of resuscitator

Number of resuscitators before EMS

Gender of resuscitators before EMS

AED usage before EMS

Date of first defibrillation

Time of first defibrillation (not included if performed by EMS)

Number of defibrillations

Death on scene

Cause of death

Time of EMS witnessed death

EMS resuscitation

First recorded heart rhythm

ST elevation on the first 12 lead ECG after resuscitation

Duration from call to arrival on scene in minutes

Duration from call to first defibrillation in minutes

Duration from call to first medication in minutes (excluded cases of EMS witnessed)

EMS medication during resuscitation
Medication administration site
EMS defibrillation
EMS airway
EMS ventilation
EMS performed hypothermia
Return of spontaneous circulation on scene
Transported to hospital
Patient status on arrival at hospital
Duration of transportation in minutes
Name of the hospital
Dispatcher-assisted resuscitation
Time to instructions
Time to first compressions
Dispatcher-identified cardiac arrest (continues to IIPA)
Resuscitation instructions provided
Resuscitation by witnesses
Time when resuscitation efforts finished
Discharged from hospital/survival to discharge
30-day survival
Date of hospital discharge
1-year survival
Neurological status of discharged patients according to CPC or mRS scale
Coronarography
Hypothermia in hospital

In 2014, the introduction of the nationally standardised 110/a form marked a pivotal development for the EMS. The form aimed to streamline the collection and storage of data pertaining to the actions performed by EMS crews. Initially, data submission relied on the manual completion of paper forms, which were later transitioned to electronic versions, thereby facilitating auditing procedures and enhancing opportunities for research endeavours. The Kaunas City EMS station emerged as a trailblazer in this domain.

The automatic assignment of time and date stamps to each recorded entry to ensure meticulous record-keeping is of great importance. Additionally, the

adoption of the MPDS ProQA dispatch system by the Kaunas City EMS station represented a pioneering initiative. Central to this system is the implementation of a fully protocolised approach, mandating the presence of an auditor tasked with conducting periodic audits, encompassing 3% of all calls and 100% of suspected OHCA cases necessitating dispatcher-assisted instructions.

The dispatch process entails a comprehensive evaluation by the dispatcher, commencing with identifying the primary reason for the call and selecting the appropriate protocol. In instances suggestive of CA, immediate dispatch of the nearest BLS-EMS unit occurs alongside providing the caller with chest compression instructions. Subsequently, an ALS EMS unit is dispatched, reflecting the two-tier model. The dispatcher continues to provide instructions until the arrival of the ambulance at the scene or until a bystander can no longer perform chest compressions owing to safety concerns or exhaustion.

Concurrently, the auditing process mirrors this sequential evaluation, ensuring adherence to established protocols and optimising the quality of care. The author acquired proficiency in and independently conducted the auditing process, underscoring a commitment to rigorous quality assurance measures within the EMS framework.

The next part was to evaluate the actions of the EMS crew after arriving at the scene. We used an internationally recognised Utstein template for data gathering and publishing purposes. Initially, we used the 2014 version [81] but later upgraded to the 2017 version [82]. Concurrently, the EuReCa ONE study was conducted to collect data from 27 European countries and systematically publish the findings. Although, the protocol of this study was similar, there were minor differences. We adapted our study protocol to facilitate future data comparisons.

Data collection was time-consuming, with some data missing. To address this, we aimed to standardise the process. In 2018, we developed a resuscitation registry form (fig. 3.2.3.), which became fully functional in 2020.

The last part of this phase aimed to assess post-resuscitation procedures following the EMS intervention. In the patient cohort, some individuals were pronounced deceased at the scene; thus, their cases were not exhaustively analysed. However, patients who were transported using mechanical chest

compression devices and those who were successfully resuscitated were included for further analysis.

Four hospitals operate in Kaunas, each adhering to distinct internal policies governing the management of OHCA cases. Depending on these policies, patients who experience OHCA may be directed to the emergency department or routed directly to the intensive care unit for further treatment. Comprehensive data pertaining to OHCA patients were meticulously gathered from each hospital.

The majority of OHCA cases received treatment at the Lithuanian University of Health Sciences Hospital Kaunas Clinics, which functions as the primary tertiary healthcare facility in the region and is the only hospital equipped with cardiac angiography capabilities.

Subsequently, our investigation focused on assessing the one-year survival rates. To accomplish this objective, we used the national death registry overseen by the Hygiene Institute. By articulating the study's aims, objectives, and protocol and securing bioethical approval, we obtained access to the requisite data. This strategic collaboration provided us with a heightened level of current and comprehensive data, distinguishing our study from others that focused on 30-day survival rates or survival rates at hospital discharge.

Phase two focused on evaluating the usage of the mobile application (AED ALERT by STAN, Paterijstraat 3A, Elburg, Gelderland 8081 TA, NL, <https://www.stanglobal.com/>) for sudden CAs. We collected and evaluated the total activations and the proportion of acceptance between the activation of incidents and mobile application users. A pilot study was conducted in Lithuania between June 2019 and February 2023. We did not calculate the sample volume and assumed that the study participants were involved by chance, as determined by the condition. The study duration was determined based on the project.

Phase three evaluated the adaptation of AI in prehospital settings for CA. In addition, we aimed to create and test an AI model capable of recognising a fallen person using public surveillance cameras. We hypothesised that AI could activate EMS after recognising a fallen person in a public place.

In the spring of 2023, we tested our model at the Lithuanian University of Health Sciences. We called our model 'Tireless'. The sample size was

calculated based on the area under the receiver operating characteristic curve. Assuming a null hypothesis value of 0.75 and anticipating an area under the curve of at least 0.90 for detecting fallen individuals, with an α risk of 5% and a β risk of 20%, we planned to include a minimum of 68 cases in the study.

In cases of sudden CA, a bystander approaches the collapsed individual and checks whether the individual is responsive and breathing. If the individual is unresponsive and not breathing, it is essential to call EMS and initiate chest compressions, as both actions are crucial for saving lives.

After discussing the model structure and relevant testing procedures, we conducted an experiment in a public corridor in the Department of Emergency Medicine at the Lithuanian University of Health Sciences, Faculty of Medicine, the experiment was monitored using video cameras. Prior to the experiment, measures were taken to ensure that random individuals would not enter the corridor. Only 18 pre-informed volunteers, who had been briefed on the procedure and objectives, participated. Informed consent was obtained from all the participants. For the experiment, we collected the following data: height, weight, and sex (these data were provided by the participants in a questionnaire). During the experiment, the volunteers were instructed to fall as realistically as possible, close to and far away from the surveillance camera. In total, 69 falls were recorded.

We developed a deep learning model based on the YOLOv5 AI algorithm, which is a convolutional deep neural network that operates by processing the entire image simultaneously. The deep learning algorithm was developed by the Ultralytics Company (USA) and designed for object recognition. The model identifies objects while also assessing the recognition reliability. The results were analysed in conjunction with the distance of the fall from the camera.

2.4. Statistical analysis

Statistical analyses was performed using SPSS (IBM Corp. Released 2020 and 2023. SPSS Statistics for Windows, Versions 27.0. and 29.0.2.0, Armonk, NY, USA). The calculated results are shown in graphics and tables.

In **phase one**, age and EMS times were reported as means (standard deviations), quartiles, and interquartile ranges (IQRs). The Mann–Whitney U and Wilcoxon tests were used to compare occurrence times. Categorical

variables were reported as numbers and proportions and compared using Pearson's chi-square test. Logistic regression models were used to assess the associations between patient (age and sex), arrest (location and first rhythm), care (bystander CPR and defibrillation) characteristics, and the odds of survival at hospital discharge. Log linearity was tested for continuous variables, and variables for which log linearity was not proven were converted into categorical variables. First, a univariate analysis was performed with all descriptive variables, and the association between these variables and the survival rate was tested using the Wald test. Stratification of the OHCA characteristics was performed after adjusting for age and sex. Multivariate analysis was performed with adjustments for all variables that were significant in the univariate analysis. To assess the impact of patient characteristics, odds ratios (ORs), 95% confidence intervals (CIs), and p-values were presented.

All tests were two-tailed, and p-values < 0.05 were considered to indicate statistical significance.

For phase two, we collected and evaluated total activations and the proportion of acceptance between activations of incidents and mobile application (AED ALERT) users.

In phase three, we developed four distinct machine learning classifiers, which were evaluated based on accuracy, precision, recall, and F1 score metrics. We employed four distinct accuracy evaluation methods to ensure a comprehensive assessment tailored to specific contextual considerations. Each method was evaluated using a confusion matrix.

The confusion matrix is a fundamental tool for assessing the efficiency of classification algorithms. This tabular representation provides a concise visual summary of the classification algorithm's performance, thereby enabling a nuanced understanding of its effectiveness.

Table 3.2.1. *The confusion matrix*

	Originally positive	Originally negative
Positively guessed	True positive (TP)	False positive (FP)
Negatively guessed	False negative (FN)	True negative (TN)

Accuracy is the best-known machine learning model classification verification method. One reason is its simplicity, which makes it easy to understand and adapt. The formula is as follows:

$$Accuracy = \frac{TP}{TP + FP}$$

Despite its simplicity, this metric may be insufficient when the distribution is uneven, especially when it is crucial to identify the minority group. For instance, in diagnosing cancer, distinguishing between malignant and benign tumours is essential. It is not acceptable to misclassify healthy individuals as having malignancies or to overlook undiagnosed malignancies. Given these considerations, we decided to reject this metric.

Precision has emerged as a pivotal metric, particularly in scenarios where identifying TPs is essential. Its value lies in its direct correlation with the precise proportion of positive predictions or the accuracy of predictions pertaining to the minority class. Accuracy alone may not provide a comprehensive portrayal of a situation. The inherent limitation of this metric is its inability to identify the number of instances within the TP group that are misclassified as negatives, thereby precluding the determination of FNs. Since cannot ascertain how many from the TP group were classified as negative; therefore, the number of FNs remain unknown. The precision formula is as follows:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Recall is the next metric that measures the correctly forecasted positive results, which means it identifies how many positive cases were identified correctly. This metric is used when we do not allow FNs. The recall formula is as follows:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

The F1 score is a combination of recall and precision. It is best used for cases in which two classifiers are compared. For example, classifier A has a high precision value, and classifier B has a high recall value. Therefore, in this case, we can compare both classifiers under equal conditions. One is the best evaluation, and 0 is the worst. The F-1 score formula is as follows:

$$\text{F1 Score} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}}$$

The mean average precision (mAP) is a metric used to evaluate the performance of object detection models. It is one of the key evaluation metrics alongside other measurements, such as precision and recall, that provides a comprehensive description of how well the model detects various objects.

$$mAP = \frac{1}{k} \sum_i^k AP_i$$

After assessing these key metrics, we investigated whether there was a correlation between a fallen person and the distance to the CCTV camera.

3. Results

3.1 Factors associated with survival after OHCA between 2016 and 2018 in Kaunas City

We scrutinised a three-year period encompassing 838 OHCA cases, with an incidence rate of 95.8 cases per 100,000 inhabitants per year. The Utstein template was adopted for data collection and subsequent publication protocols because of its widespread acceptance as the gold standard for OHCA research [41].

As illustrated in Figure 3.1.1, EMS were activated on 3,933 occasions for the resuscitation of adults suspected to be experiencing sudden CA based on received calls. Subsequent analysis revealed that 78.6% of these activations (n=3,090) culminated with the EMS pronouncing the individual deceased without attempting resuscitation. After excluding cases involving EMS pronouncements of death, 843 cases were the primary focus of our study. Five cases were excluded because of insufficient data. Notably, 70.4% of the analysed cases were pronounced dead at the scene by EMS personnel after resuscitation attempts.

Table 3.1.1 delineates the comprehensive characteristics of all study participants and the Utstein comparator subgroup. The median age of the participants was 71 years (IQR, 58–81 years), with a predominant representation of males, constituting 66.7% of the cohort. Most OHCA incidents, accounting for 73.8%, occurred within residential settings; bystander presence was noted in 59.3% of cases, with bystander CPR administered in 54.5% of incidents. A presumed medical aetiology was documented in 78.8% of cases. Notably, one patient received AED intervention prior to the arrival of the EMS. Initial cardiac rhythm analysis revealed a shockable rhythm in 27.6% of the cases, whereas a non-shockable rhythm was observed in 68.5% of cases.

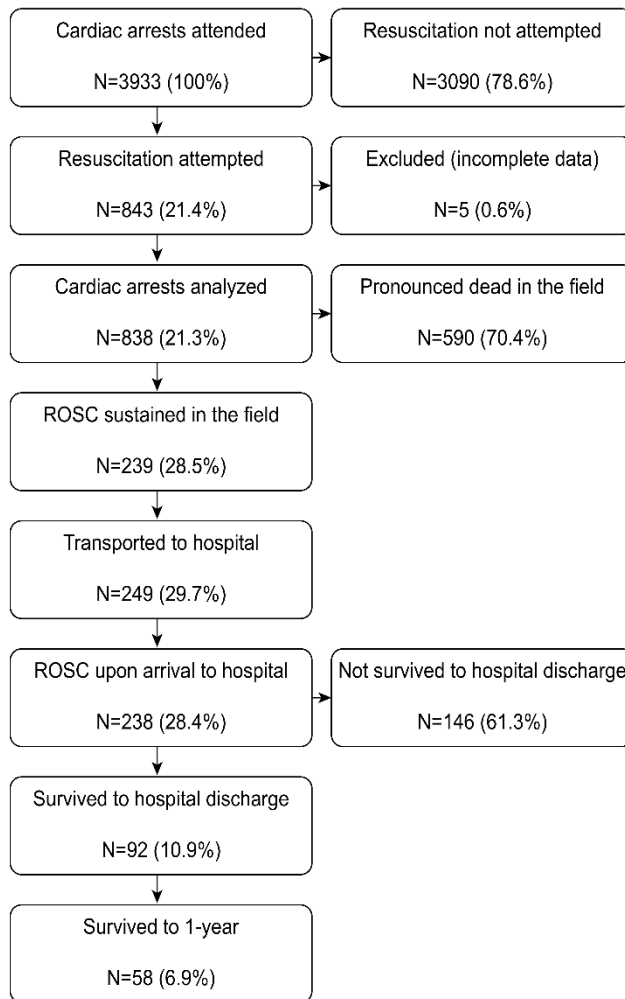


Fig. 3.1.1. EMS-attended resuscitations from 2016 to 2018

Table 3.1.1. Out-of-hospital cardiac arrest patient characteristics (n=838)

Variable	Characteristics	Total/All cases 838 (100%)	Utstein group 138 (16.5%)
	Incidence rate per 100,000	95,4	15,7
Dispatcher identified cardiac arrest	Yes	419 (50,0%)	81 (58,7%)
	No	103 (12,3%)	11 (8,0%)
	N/A (was alive)	157 (18,7%)	13 (9,4%)
	Missing	159 (19,0%)	33 (23,9%)
Dispatcher CPR	Yes	374 (44,6%)	73 (52,9%)
	No	146 (17,4%)	19 (13,8%)
	N/A (was alive)	155 (18,5%)	13 (9,4%)
	Missing	163 (19,5%)	33 (23,9%)
Age	Median	71 years (IQR, 58–81)	70,5 (IQR 59–77)
	Min–max	18–99	33–91
	Missing	2 (0,2%)	0 (0,0%)
Gender	Male	559 (66,7%)	112 (81,2%)
	Female	279 (33,3%)	26 (18,8%)
Location	Residence	607 (73,8%)	88 (63,8%)
	Nursing home/medical facility	43 (5,2%)	6 (4,3%)
	Public area	173 (21,0%)	44 (31,9%)
	Missing	15 (1,8%)	0 (0,0%)
Aetiology	Medical/cardiac cause	660 (78,8%)	138 (100%)
Witnessed Arrest	Bystander	497 (59,3%)	138 (100%)
	EMS	100 (11,9%)	
	Unwitnessed	103 (12,3%)	
	Missing	138 (16,5%)	
Bystander CPR	Yes	457 (54,5%)	109 (79,0%)
	No	194 (23,2%)	23 (16,7%)
	N/A (was alive)	168 (20,0%)	6 (4,3%)
	Missing	19 (2,3%)	0 (0,0%)

Table 3.1.1 continued

Variable	Characteristics	Total/All cases	Utstein group
Initial cardiac rhythm	VF/pVT	231 (27,5%)	138 (100%)
	PEA/asystole	576 (68,5%)	
	Missing	32 (3,8%)	
EMS defibrillation	Yes	231 (27,6%)	138 (100%)
	No	607 (72,4%)	
Epinephrine	Yes	760 (90,7%)	113 (81,9%)
	No	78 (9,3%)	25 (18,1%)
Transported to hospital	Yes	249 (29,7%)	78 (56,5%)
	Specialist centre	216 (86,7%)	78 (56,5%)
	Non-specialist centre	33 (13,3%)	0 (0%)
Coronarography attempted	Yes	97 (40,8%)*	59 (59,0%)**
Number of occluded coronary arteries	0	14 (14,7%)	8 (13,6%)
	1	23 (24,2%)	16 (27,1%)
	2	19 (20,0%)	13 (22,0%)
	3	39 (41,1%)	22 (37,3%)
	Missing	2 (2,1%)	0 (0%)
Targeted temperature management	Performed	5 (2,1%)*	1 (1,3%)**
	Indicated, but not performed	152 (63,9%)*	52 (69,0%)**
	Not indicated	39 (16,4%)*	18 (24,0%)**
	Missing	42 (17,6%)*	4 (5,3%)**

* % calculated for all patients admitted to the hospital (n=238)

**% calculated from Utstein subgroup patients admitted to the hospital (n=75)

In our study, medical dispatchers identified instances of OHCA in 50.0% of all cases and provided over-the-phone CPR instructions in 44.6% of these identified cases. Notably, approximately 19% of the patients who experienced OHCA were still alive during the call. Interestingly, approximately 19% of all dispatcher data were missing, owing to instances where data were not saved in the EMS database. Given the time-sensitive nature of this condition, a comprehensive analysis of each phase of the process is imperative.

Our findings revealed that the median EMS response time from departure to arrival at the patient’s location was 10 min. Furthermore, the time elapsed from departure to the first defibrillation was approximately 11 min, whereas the interval between departure and administration of the first medication was approximately 15 min. Additional critical time intervals are presented in Table 3.1.2.

Table 3.1.2. Emergency Medical Services times

Time period	Total/All cases		Utstein group	
	n	Median (IQR)	n	Median (IQR)
Departure to scene	738	9 (7–11)	132	8 (7–10)
Departure to patient	681	10 (8–12)	132	9 (8–11)
Departure to defibrillation	242	11 (9–14)	133	11 (9–13)
Departure to epinephrine	660	15 (12–18)	111	15 (12–17)
Scene to Emergency Department	248	6 (5–9)	78	6,5 (5–9)

All values are reported in minutes. IQR, interquartile range.

The patient outcomes outlined per the Utstein template are shown in Table 3.1.3. Data for each year and the aggregated totals for the entire study period are provided for thorough analysis. Notably, the number of cases remains consistent across each year.

Overall, 28.4% of OHCA cases exhibited a return of spontaneous circulation (ROSC) prior to hospital arrival. Analysis of survival to hospital discharge revealed a rate of 47.1% (n=65) in the Utstein group, contrasting with 10.9% (n=92) in the total group. The one-year survival rate was 6.9% (n=58) in the total group and 47.1 % (n=65) in the Utstein group.

Table 3.1.3 Patient outcomes reported in accordance with the Utstein recommendations (n= 838)

Patient outcomes reported	ROSC sustained to hospital		Survived to hospital discharge		1-year survival	
	Yes N (%)	No N (%)	Yes N (%)	No N (%)	Yes N (%)	No N (%)
All EMS-treated arrests						
2016–2018 n=838	238 (28,4)	600 (71,6)	92 (10,9)	746 (89,0)	58 (6,9)	780 (93,1)
2016 n=312	84 (26,9)	228 (73,1)	27 (8,7)	285 (91,3)	12 (3,8)	300 (96,2)
2017 n=281	79 (28,1)	202 (71,9)	34 (12,1)	247 (87,9)	22 (7,8)	259 (92,2)
2018 n=245	75 (30,6)	170 (69,4)	31 (12,7)	214 (87,3)	24 (9,8)	221 (90,2)
Shockable bystander-witnessed (EMS-witnessed excluded)						
2016–2018 n=138	75 (54,3)	63 (45,7)	65 (47,1)	73 (52,9)	38 (27,5)	100 (72,5)
2016 n=42	21 (50)	21 (50)	13 (31)	29 (69)	9 (21,4)	33 (78,6)
2017 n=49	27 (55,1)	22 (44,9)	26 (53,1)	23 (46,9)	11 (22,4)	38 (77,6)
2018 n=47	27 (57,4)	19 (40,4)	26 (55,3)	21 (44,7)	18 (38,3)	29 (61,7)
Shockable bystander CPR (EMS-witnessed excluded) N=165						
2016–2018	83 (50,3)	82 (49,7)	56 (33,9)	109 (66,1)	38 (23,0)	127 (77)
2016 n=58	23 (39,7)	35 (60,3)	14 (24,1)	44 (75,9)	5 (8,6)	53 (91,4)
2017 n=50	28 (56,0)	22 (44)	18 (36)	32 (64)	12 (24,0)	38 (76)
2018 n=57	32 (56,1)	25 (43,9)	24 (42,1)	33 (57,9)	21 (36,8)	36 (63,2)
Non-shockable bystander-witnessed (EMS witnessed excluded)						
2016–2018 n=318	61 (19,2)	257 (80,8)	7 (2,2)	311 (97,8)	3 (0,9)	315 (99,1)
2016 n=108	23 (21,3)	85 (78,7)	2 (1,9)	106 (98,1)	0 (0,0)	108 (100)
2017 n=132	23 (17,4)	109 (82,6)	5 (3,8)	127 (96,2)	3 (2,3)	129 (97,7)
2018 n=78	15 (19,2)	62 (79,5)	0 (0,0)	78 (100)	0 (0,0)	78 (100)

The outcomes associated with hospital discharge were most unfavourable among cases in the non-shockable bystander-witnessed group (excluding EMS-witnessed cases), with survival rates of 2.2% (n=7) and a one-year survival rate of 0.9% (n=3).

Our analysis revealed that non-shockable cardiac rhythm prevailed, constituting 68.5% (n=576) of cases, whereas shockable rhythm was observed in 27.5% (n=231) of cases. Using a multivariate model, a statistically significant association was established between shockable rhythm and improved outcomes (OR 14.55, 95% CI 7.35–28.82).

Additionally, the multivariate model revealed statistically significant associations between shorter time intervals from call to patient arrival (< 10 minutes) (OR 2.18, 95% CI 1.19–4.01) and age ≤ 80 years (OR 2.96, 95% CI 1.18–7.41) with favourable outcomes. Conversely, witnessed OHCA (OR 1.95, 95% CI 0.97–3.64) and male sex (OR 1.44, 95% CI 0.70–2.97) did not exhibit statistical significance in the multivariate model (Table 3.1.4).

In summary, our study identified five factors associated with improved outcomes:

2. The presence of a shockable initial heart rhythm.
3. A shorter time interval from call to arrival at the scene (less than 10 min).
4. CA witnessed with bystander intervention.
5. Age ≤ 80 years.
6. Male gender.

Table 3.1.4. Multivariate logistic regression analysis for survival to hospital discharge in all EMS-treated OHCA cases

Variable	OR	95% CI	p
Male gender	1,44	0,70–2,97	0,325
Age ≤ 80	2,96	1,18–7,41	0,020
Shockable rhythm	14,55	7,35–28,82	<0,001
Witnessed arrest	1,95	0,97–3,64	0,063
EMS arrival to scene ≤10 min	2,18	1,19–4,01	0,012

Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) from logistic regression are presented. Regressions controlled for gender.

3.2 First responders' network pilot study results

In parallel with our investigation, a supplementary pilot study was conducted in Lithuania involving a network of individuals who had completed first-aid training. This network comprised 5,693 participants. The participants received SMS or pop-up notifications in their network

application and were given precise details regarding nearby OHCA incidents by a dispatcher. Certain individuals received notifications indicating the nearest AED location, whereas others were directed to an OHCA scene. This pilot initiative started in June 2019 and continued until February 2023. During the pilot study, 13,929 alerts were recorded (Table 3.2.1).

Table 3.2.1. Overview of the AED ALERT mobile application pilot project statistics

Period	June 2019 - February 2023
Number of users	5 693
Number of AEDs	214
Number of incidents	13 929

AED, automatic external defibrillator.

The collected data were categorised and presented systematically. Table 3.2.1 provides a comprehensive overview detailing the information pertaining to users, activations, and other relevant metrics. Figure 3.2.1 shows the total activations according to the respective months observed during the study period. Notably, seasonal fluctuations were discernible, with certain months registering more than 400 alerts.

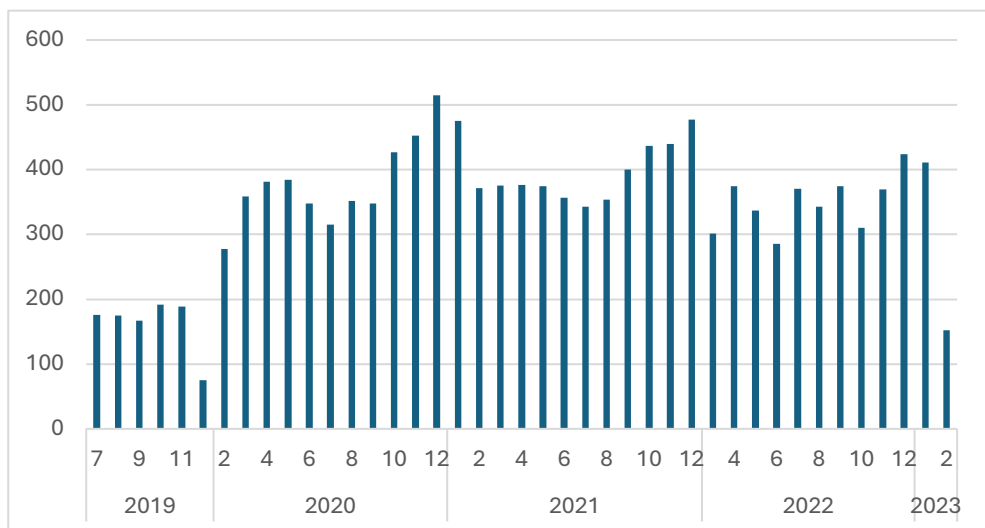


Fig. 3.2.1. Monthly alerts during the pilot study

Furthermore, analysis of the acceptance rate, calculated based on the number of responders who accepted at least one notification, revealed a rate of 18.08 %, as shown in Table 3.2.2.

Table 3.2.2. Responders acceptance rate 2019-2023

Acceptance	2019	2020	2021	2022	2023	Total	%
0	135	3 432	4 078	3221	544	11 410	81,92%
1	344	552	640	258	19	1 813	13,02%
2	248	158	56	8		470	3,37%
3	138	12	5			155	1,11%
4	45	2				47	0,34%
5	31	3				34	0,24%
Alerts	941	4 159	4 779	3 487	563	13 929	100%

3.3 AI precision in recognising sudden death

During the analysis phase, we scrutinised the fall detection rate and underlying determinants influencing its efficacy. The following metrics were systematically evaluated:

1. Recall: This metric, also known as sensitivity, quantifies the proportion of fallen individuals correctly identified by the model and is expressed as $TP/(TP+FN)$. Our model demonstrated a recall value of 0.95, indicating the accurate detection of 95 % of fallen individuals.
2. Precision: Precision gauges the accuracy of the model in identifying fallen individuals and is calculated as $TP/(TP + FP)$. Our model exhibited a precision value of 0.968, denoting that 96.8 % of the detected fallen individuals were TPs.
3. F1 score: Given the competing nature of recall and precision metrics, the F1 score consolidates both into a single metric. It is computed as $2 \times (Precision \times Recall)/(Precision + Recall)$ and ranges between 0 and 1. Considering the precision and recall values of our model, the F1 score for fall detection was 0.958.
4. mAP: Serving as a pivotal and widely employed evaluation metric, the mAP encapsulates the interplay between precision and recall, thereby maximising the impact of both. Our model yielded a mAP value of 0.978, underscoring its robustness.



Fig. 3.3.1. Image from the performed experiment using artificial intelligence fall detection

Subsequent analysis revealed a correlation between the distance from the camera and accurate recognition of fallen individuals. Specifically, the fall detection precision demonstrated augmentation as objects drew closer to the camera, as depicted in Figure 3.3.2.

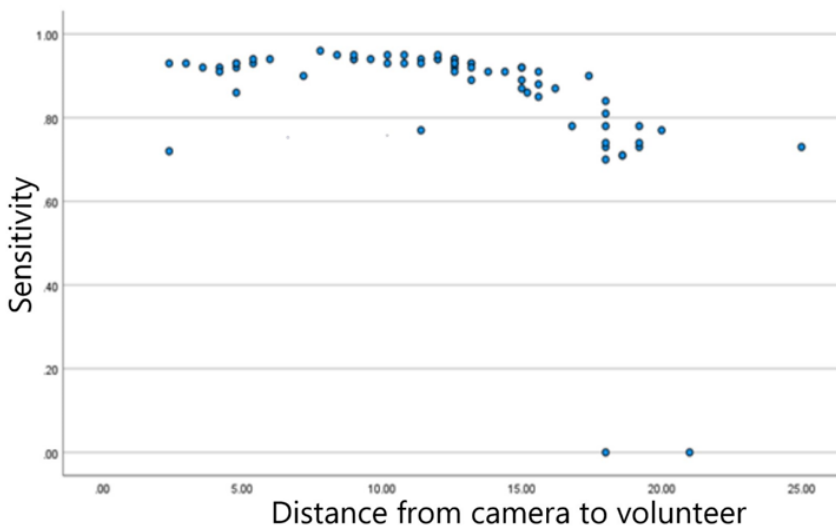


Fig. 3.3.2. Sensitivity dependence from the distance to the camera, m

4. Conclusions

1. Over three years, EMS were summoned for resuscitation efforts 3,933 times, with resuscitative measures undertaken in 21.4 % of cases. Notably, 28.5 % of the cases achieved ROCS upon arrival at the hospital, and 10.9 % resulted in hospital discharge, while the one-year survival rate was 6.9 %.
2. Timely recognition of CA by EMS dispatchers is correlated with expedited defibrillation and administration of medications, increasing the likelihood of achieving ROCS and potentially improving patient outcomes and one-year survival rates. Our analysis identified five pivotal factors associated with enhanced survival: the presence of a shockable rhythm, on-scene arrival within 10 min of the call, witnessed CA, age < 80 years, and male sex.
3. Throughout the three-year pilot study, first responders were activated 13,929 times. The activation patterns exhibited seasonal variations, with peak activation exceeding 400 per month between October and January.
4. We developed an AI model called 'Tireless' that can detect fallen individuals using public surveillance cameras. The algorithm demonstrated a detection rate exceeding 95 % for fallen persons within a 20-meter distance from the camera, with a precision of 0.978.

5. Practical implications

1. Public education on recognising the signs of acute CA, universal first-aid skills training, and orientation training, particularly for older adults, is crucial. We propose developing a national multi-year strategy to achieve these objectives.
2. We recommend that EMS dispatchers use modern technological tools to assist with daily operations, particularly in prehospital resuscitation cases. Applications like AED ALERT and other similar tools should be considered for integration.
3. For manufacturers, installers, and users of video surveillance systems, incorporating functionalities similar to the 'tireless' model (some manufacturers have recently announced the possibility of similar functionality) into the systems should be considered. Additionally, integrating public surveillance camera data into emergency response systems would be beneficial.
4. The visual information transmitted from wearable cameras used by EMS personnel (anticipated for future use) could be beneficial for analysing the quality of assistance and for teleconsultations. Therefore, we propose establishing the necessary technical capabilities and legal frameworks.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Yan S, Gan Y, Jiang N, Wang R, Chen Y, Luo Z, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2020;
2. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020 Mar 1;148:218–26.
3. Hawkes C, Booth S, Ji C, Brace-McDonnell SJ, Whittington A, Mapstone J, et al. Epidemiology and outcomes from out-of-hospital cardiac arrests in England. *Resuscitation*. 2017 Jan 1;110:133–40.
4. ACE-AND-RE-ACE-LIST-2023-delete.pdf [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from: <https://prioritydispatch.widen.net/s/q2v8vwg5hw/ace-and-re-ace-list-2023-delete>
5. Plodr M, Truhlar A, Krencikova J, Praunova M, Svaba V, Masek J, et al. Effect of introduction of a standardized protocol in dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2016;
6. Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 Revised Utstein-Style Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data from Drowning-Related Resuscitation: An ILCOR Advisory Statement. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2017;10(7):1–16.
7. Statistinių duomenų apie mirties priežastis paieškos priemonė - Higienos institutas [Internet]. [cited 2024 Jun 9]. Available from: <https://www.hi.lt/statistiniu-duomenu-apie-mirties-priezastis-paieskos-priemone/>
8. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation* [Internet]. 2010 Nov [cited 2023 May 10];81(11):1479–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20828914/>
9. Møller SG, Wissenberg M, Møller-Hansen S, Folke F, Malta Hansen C, Kragholm K, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest: Incidence and survival - A nationwide study of regions in Denmark.

- Resuscitation [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2023 May 10];148:191–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32004667/>
10. Tjelmeland IBM, Alm-Kruse K, Andersson LJ, Bratland S, Hafstad AK, Haug B, et al. Cardiac arrest as a reportable condition: a cohort study of the first 6 years of the Norwegian out-of-hospital cardiac arrest registry. *BMJ Open* [Internet]. 2020 Jul 8 [cited 2023 May 10];10(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32641339/>
 11. Masterson S, Strömsöe A, Cullinan J, Deasy C, Vellinga A. Apples to apples: can differences in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcomes between Sweden and Ireland be explained by core Utstein variables? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2018 May 3 [cited 2023 May 10];26(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29724238/>
 12. Hiltunen P, Kuisma M, Silfvast T, Rutanen J, Vaahersalo J, Kurola J. Regional variation and outcome of out-of-hospital cardiac arrest (ohca) in Finland - the Finnresusci study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2012 Dec 17 [cited 2023 May 10];20. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23244620/>
 13. Nadolny K, Zyko D, Obremaska M, Wierzbik-Stroska M, Ladny JR, Podgorski M, et al. Analysis of out-of-hospital cardiac arrest in Poland in a 1-year period: data from the POL-OHCA registry. *Kardiologia Pol* [Internet]. 2020 May 25 [cited 2023 May 10];78(5):404–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32191020/>
 14. Latest Statistics | Sudden Cardiac Arrest Foundation [Internet]. [cited 2023 May 10]. Available from: <https://www.sca-aware.org/about-sudden-cardiac-arrest/latest-statistics>
 15. Risgaard B, Winkel BG, Jabbari R, Behr ER, Ingemann-Hansen O, Thomsen JL, et al. Burden of sudden cardiac death in persons aged 1 to 49 years nationwide study in Denmark. *Circ Arrhythmia Electrophysiol* [Internet]. 2014 [cited 2024 Apr 3];7(2):205–11. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCEP.113.001421>
 16. Pilmer CM, Kirsh JA, Hildebrandt D, Krahn AD, Gow RM. Sudden cardiac death in children and adolescents between 1 and 19 years of age. *Heart Rhythm*. 2014 Feb;11(2):239–45.
 17. Stecker EC, Reinier K, Marijon E, Narayanan K, Teodorescu C, Uy-Evanado A, et al. Public Health Burden of Sudden Cardiac Death in the

- United States. *Circ Arrhythm Electrophysiol* [Internet]. 2014 [cited 2024 Apr 3];7(2):212. Available from: [/pmc/articles/PMC4041478/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2481478/)
18. Wong CX, Brown A, Lau DH, Chugh SS, Albert CM, Kalman JM, et al. Epidemiology of Sudden Cardiac Death: Global and Regional Perspectives. *Hear Lung Circ* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Apr 3];28(1):6–14. Available from: <http://www.heartlungcirc.org/article/S144395061831905X/fulltext>
 19. Agenes FN, Lyng TH, Blanche P, Banner J, Prescott E, Jabbari R, et al. Temporal trends and sex differences in sudden cardiac death in the Copenhagen City Heart Study. *Heart* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2024 Apr 3];107(16):1303–9. Available from: <https://heart.bmj.com/content/107/16/1303>
 20. Zhao D, Post WS, Blasco-Colmenares E, Cheng A, Zhang Y, Deo R, et al. Racial Differences in Sudden Cardiac Death. *Circulation* [Internet]. 2019 Apr 2 [cited 2024 Apr 3];139(14):1688–97. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.036553>
 21. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, De Riva M, Winkel BG, Behr ER, Blom NA, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. Developed by the task force for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J* [Internet]. 2022 Oct 21 [cited 2023 Jun 21];43(40):3997–4126. Available from: <https://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehac262>
 22. Fox CS, Evans JC, Larson MG, Kannel WB, Levy D. Temporal Trends in Coronary Heart Disease Mortality and Sudden Cardiac Death From 1950 to 1999. *Circulation* [Internet]. 2004 Aug 3 [cited 2024 Apr 3];110(5):522–7. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/01.CIR.0000136993.34344.41>
 23. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, et al. Incidence, Cause, and Comparative Frequency of Sudden Cardiac Death in National Collegiate Athletic Association Athletes. *Circulation* [Internet]. 2015 [cited 2024 Apr 3];132(1):10–9. Available

from:

<https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015431>

24. Risgaard B, Winkel BG, Jabbari R, Glinge C, Ingemann-Hansen O, Thomsen JL, et al. Sports-related sudden cardiac death in a competitive and a noncompetitive athlete population aged 12 to 49 years: data from an unselected nationwide study in Denmark. *Hear Rhythm*. 2014 Oct;11(10):1673–81.
25. 2022 CARES Annual Report [Internet]. [cited 2023 May 17]. Available from:
https://mycares.net/sitepages/uploads/2023/2022_flipbook/index.html?page=28
26. Winkel BG, Holst AG, Theilade J, Kristensen IB, Thomsen JL, Ottesen GL, et al. Nationwide study of sudden cardiac death in persons aged 1–35 years. *Eur Heart J* [Internet]. 2011 Apr 1;32(8):983–90. Available from: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq428>
27. Deakin CD. The chain of survival: Not all links are equal. 2018 [cited 2023 Jun 20]; Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2018.02.012>
28. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, Castren M, Handley A, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. 2021 [cited 2023 Jun 20]; Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
29. Krikščionaitienė A. The Quality of chest compressions: implementation and evaluation of the experimental four-hand method: doctoral dissertation: biomedical sciences, medicine (06B) [Internet]. Kaunas; 2015. Available from: <https://lsmu.lt/cris/entities/publication/f7b5996f-91f0-4aa5-9425-6aa7b8eecfdd/details>
30. Pollack RA, Brown SP, Rea T, Aufderheide T, Barbic D, Buick JE, et al. Impact of bystander automated external defibrillator use on survival and functional outcomes in shockable observed public cardiac arrests. *Circulation* [Internet]. 2018 [cited 2023 Jun 20];137(20):2104–13. Available from:
<https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030700>

31. Søholm H, Hassager C, Lippert F, Winther-Jensen M, Thomsen JH, Friberg H, et al. Factors Associated With Successful Resuscitation After Out-of-Hospital Cardiac Arrest and Temporal Trends in Survival and Comorbidity. *Ann Emerg Med* [Internet]. 2015 [cited 2023 Jun 20];65:523–31. Available from: www.annemergmed.com.
32. Karlsson L, Malta Hansen C, Wissenberg M, Møller Hansen S, Lippert FK, Rajan S, et al. Automated external defibrillator accessibility is crucial for bystander defibrillation and survival: A registry-based study. *Resuscitation* [Internet]. 2019 Mar 1 [cited 2023 Jun 20];136:30–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30682401/>
33. Hardeland C, Claesson A, Blom MT, Nikolaj S, Blomberg F, Folke F, et al. Description of call handling in emergency medical dispatch centres in Scandinavia: recognition of out-of-hospital cardiac arrests and dispatcher-assisted CPR. [cited 2023 Aug 2]; Available from: <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00903-4>
34. Fukushima H, Bolstad F. Telephone CPR: Current Status, Challenges, and Future Perspectives. 2020 [cited 2023 Aug 16]; Available from: <http://doi.org/10.2147/OAEM.S259700>
35. Bobrow BJ, Panczyk M, Subido C. Dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation: the anchor link in the chain of survival. *Curr Opin Crit Care* [Internet]. 2012;18(3). Available from: https://journals.lww.com/criticalcare/Fulltext/2012/06000/Dispatch_assisted_cardiopulmonary_resuscitation_.3.aspx
36. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation. *Circulation* [Internet]. 2013 Oct 1 [cited 2023 Aug 2];128(14):1522–30. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.002627>
37. Adult Basic Life Support. *JAMA* [Internet]. 1992 Oct 28 [cited 2023 Aug 16];268(16):2184–98. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/400764>
38. Bossaert L, Handley A, Marsden A, Arntz R, Chamberlain D, Ekström L, et al. European Resuscitation Council guidelines for the use of automated external defibrillators by EMS providers and first responders. *Resuscitation* [Internet]. 1998 May 1 [cited 2023 Aug

- 16];37(2):91–4. Available from:
<http://www.resuscitationjournal.com/article/S0300957298000379/fulltext>
39. Nielsen CG, Andelius LC, Hansen CM, Nikolaj S, Blomberg F, Christensen HC, et al. Bystander interventions and survival following out-of-hospital cardiac arrest at Copenhagen International Airport. 2021 [cited 2023 Aug 16]; Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.01.039>
40. 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* [Internet]. 2015;91:1–7. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300957215001112>
41. Krikščionaitienė A. Naujas pagalbos teikėjų tinklas Lietuvoje: priartinti gyvybę gelbstinčią pagalbą prie širdies sustojimą patyrusio žmogaus / Asta Krikščionaitienė [Internet]. *Skubioji medicina. Kaunas : Lietuvos skubiosios medicinos draugija*, 2019, t. 1, nr. 2. 2019. Available from:
<https://hdl.handle.net/20.500.12512/106197>
42. Automatiniai defibriliatoriai - Google My Maps [Internet]. [cited 2024 May 22]. Available from:
https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?ll=54.88823459659538%2C23.922079740771267&hl=en&z=13&mid=13LhJs_u3CMd1m6VT1VKEk1ONkWA
43. Brooks SC. Bystander CPR: Location, location, location. *Resuscitation* [Internet]. 2013 Jun 1;84(6):711–2. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.03.008>
44. Miyako J, Nakagawa K, Sagisaka R, Tanaka S, Takeuchi H, Takyu H, et al. Association between bystander intervention and emergency medical services and the return of spontaneous circulation in out-of-hospital cardiac arrests occurring at a train station in the Tokyo metropolitan area: A retrospective cohort study. *Resusc plus*. 2023 Sep;15:100438.
45. Wolthers SA, Jensen TW, Blomberg SN, Holgersen MG, Lippert F, Mikkelsen S, et al. Out-of-hospital cardiac arrest related to exercise in the general population: Incidence, survival and bystander response. *Resuscitation*. 2022 Mar;172:84–91.

46. Salhi RA, Hammond S, Lehrich JL, O'leary M, Kamdar N, Brent C, et al. The Association of Fire or Police First Responder Initiated Interventions with Out of Hospital Cardiac Arrest Survival. *Resuscitation* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2023 Aug 16];174:9. Available from: [/pmc/articles/PMC9050861/](#)
47. Gaisendrees C, Jaeger D, Kalra R, Kosmopoulos M, Harkins K, Marquez A, et al. The Minnesota first-responder AED project: Aiming to increase survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resusc plus*. 2023 Sep;15:100437.
48. Brown TP, Perkins GD, Smith CM, Deakin CD, Fothergill R. Are there disparities in the location of automated external defibrillators in England? *Resuscitation*. 2022 Jan;170:28–35.
49. Ruan Y, Sun G, Li C, An Y, Yue L, Zhu M, et al. Accessibility of automatic external defibrillators and survival rate of people with out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review of real-world studies. *Resuscitation*. 2021 Oct;167:200–8.
50. Andelius L, Folke F. On-site bystanders or dispatched volunteer responders for bystander defibrillation: Same goal, different paths. Vol. 195, *Resuscitation*. Ireland; 2024. p. 110105.
51. White RD, Bunch TJ, Hankins DG. Evolution of a community-wide early defibrillation programme experience over 13 years using police/fire personnel and paramedics as responders. *Resuscitation*. 2005 Jun;65(3):279–83.
52. Stein P, Spahn GH, Müller S, Zollinger A, Baulig W, Brüesch M, et al. Impact of city police layperson education and equipment with automatic external defibrillators on patient outcome after out of hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017 Sep;118:27–34.
53. Caputo ML, Muschietti S, Burkart R, Benvenuti C, Conte G, Regoli F, et al. Lay persons alerted by mobile application system initiate earlier cardio-pulmonary resuscitation: A comparison with SMS-based system notification. *Resuscitation*. 2017 May;114:73–8.
54. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation The Task Force for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European

- Society of Cardiology (ESC). [cited 2023 Jun 21]; Available from: www.escardio.org/guidelines
55. Thygesen K, Alpert JS, authors Kristian Thygesen C, White HD, Lane Cardiovascular Service G. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J* [Internet]. 2019 [cited 2023 Jun 21];40:237–69. Available from: www.escardio.org/guidelines
 56. Framework N. A NATIONAL FRAMEWORK TO IMPROVE CARE OF PEOPLE WITH OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST (OHCA) IN ENGLAND RESUSCITATION TO RECOVERY A National Framework to improve care of people with out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) in England. 2019;(March):3.
 57. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, Cariou A, Cronberg T, Friberg H, et al. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine Guidelines 2021: Post-resuscitation care. *Resuscitation*. 2021;161:220–69.
 58. Rittenberger JC, Raina K, Holm MB, Kim YJ, Callaway CW. Association between Cerebral Performance Category, Modified Rankin Scale, and discharge disposition after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2011 Aug;82(8):1036–40.
 59. Forssten SP, Ahl Hulme R, Forssten MP, Ribeiro MAFJ, Sarani B, Mohseni S. Predictors of outcomes in geriatric patients with moderate traumatic brain injury after ground level falls. *Front Med* [Internet]. 2023 Dec 12 [cited 2023 Dec 30];10:1290201. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2023.1290201/full>
 60. Falls [Internet]. [cited 2023 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
 61. Newaz NT, Hanada E. The Methods of Fall Detection: A Literature Review. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2023 Dec 30];23(11). Available from: [/pmc/articles/PMC10255727/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/410255727/)
 62. Hardy RC, Glastonbury K, Onie S, Josifovski N, Theobald A, Larsen ME. Attitudes among the Australian public toward AI and CCTV in suicide prevention research: A mixed methods study. *Am Psychol*. 2024 Jan;79(1):65–78.
 63. Wang X, Ellul J, Azzopardi G. Elderly Fall Detection Systems: A Literature Survey [Internet]. Vol. 7, *Frontiers in Robotics and AI* .

2020. Available from:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2020.00071>
64. Janiesch C, Zschech P, Heinrich K. Machine learning and deep learning. *Electron Mark* [Internet]. 2021;31(3):685–95. Available from: <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
 65. What is Deep Learning? | IBM [Internet]. [cited 2024 Apr 11]. Available from: <https://www.ibm.com/topics/deep-learning>
 66. Mašinių mokymosi tipai – Dirbtinio intelekto pradmenys [Internet]. [cited 2024 Apr 11]. Available from: <https://course.elementsofai.com/lt/4/1>
 67. Briganti G, Le Moine O. Artificial Intelligence in Medicine: Today and Tomorrow [Internet]. Vol. 7, *Frontiers in Medicine*. 2020. Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2020.00027>
 68. Gupta R, Srivastava D, Sahu M, Tiwari S, Ambasta RK, Kumar P. Artificial intelligence to deep learning: machine intelligence approach for drug discovery. *Mol Divers*. 2021 Aug;25(3):1315–60.
 69. Dias R, Torkamani A. Artificial intelligence in clinical and genomic diagnostics. *Genome Med* [Internet]. 2019;11(1):70. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13073-019-0689-8>
 70. Ayers JW, Poliak A, Dredze M, Leas EC, Zhu Z, Kelley JB, et al. Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum. *JAMA Intern Med*. 2023 Jun;183(6):589–96.
 71. Karužas A, Balčiūnas J, Fukson M, Verikas D, Matuliauskas D, Platūkis T, et al. Artificial intelligence for automated evaluation of aortic measurements in 2D echocardiography: Feasibility, accuracy, and reproducibility. *Echocardiography*. 2022 Nov;39(11):1439–45.
 72. Yousif M, van Diest PJ, Laurinavicius A, Rimm D, van der Laak J, Madabhushi A, et al. Artificial intelligence applied to breast pathology. *Virchows Arch*. 2022 Jan;480(1):191–209.
 73. Dumbryte I, Narbutis D, Androulidaki M, Vailionis A, Juodkasis S, Malinauskas M. Teeth Microcracks Research: Towards Multi-Modal Imaging. *Bioeng (Basel, Switzerland)*. 2023 Nov;10(12).
 74. Liutkus J, Kriukas A, Stragyte D, Mazeika E, Raudonis V, Galetzka W, et al. Accuracy of a Smartphone-Based Artificial Intelligence Application

- for Classification of Melanomas, Melanocytic Nevi, and Seborrheic Keratoses. *Diagnostics* (Basel, Switzerland). 2023 Jun;13(13).
75. Kairys A, Pauliukiene R, Raudonis V, Ceponis J. Towards Home-Based Diabetic Foot Ulcer Monitoring: A Systematic Review. *Sensors* (Basel). 2023 Mar;23(7).
 76. Liaw SY, Ooi SW, Rusli KD Bin, Lau TC, Tam WWS, Chua WL. Nurse-Physician Communication Team Training in Virtual Reality Versus Live Simulations: Randomized Controlled Trial on Team Communication and Teamwork Attitudes. *J Med Internet Res* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2024 Jun 9];22(4). Available from: [/pmc/articles/PMC7177432/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/347177432/)
 77. Liaw SY, Tan JZ, Bin Rusli KD, Ratan R, Zhou W, Lim S, et al. Artificial Intelligence Versus Human-Controlled Doctor in Virtual Reality Simulation for Sepsis Team Training: Randomized Controlled Study. *J Med Internet Res*. 2023 Jul;25:e47748.
 78. Chang TP, Hollinger T, Dolby T, Sherman JM. Development and Considerations for Virtual Reality Simulations for Resuscitation Training and Stress Inoculation. *Simul Healthc*. 2021 Dec;16(6):e219–26.
 79. Rodiklių duomenų bazė - Oficialiosios statistikos portalas [Internet]. [cited 2024 Jun 9]. Available from: <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=684e50e2-6cf6-426f-8d20-8b3e3856bdd2#/>
 80. LR SAM. Ministro įsakymas. Dėl Gaivinimo Standartų Patvirtinimo. 2022;(110):1–25.
 81. Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, Berg RA, Bhanji F, Biarent D, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: Update of the Utstein Resuscitation Registry Templates for Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Resuscitation*. 2015 Nov 1;96:328–40.
 82. Nolan JP, Berg RA, Andersen LW, Bhanji F, Chan PS, Donnino MW, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: Update of the Utstein Resuscitation Registry Template for In-Hospital Cardiac Arrest: A Consensus Report From a Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa, Resuscitation Council of Asi. *Circulation* [Internet].

- 2019 Oct 29 [cited 2023 Jun 7];140(18):e746–57. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/abs/10.1161/CIR.0000000000000710>
83. CARES 2017 Annual Report [Internet]. [cited 2021 Jun 15]. Available from: <https://mycares.net/sitepages/uploads/2018/2017flipbook/index.html?page=1>
 84. Beck B, Bray J, Cameron P, Smith K, Walker T, Grantham H, et al. Regional variation in the characteristics, incidence and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in Australia and New Zealand: Results from the Aus-ROC Epistry. *Resuscitation*. 2018 May 1;126:49–57.
 85. Hiltunen PVC, Silfvast TO, Helena Jantti T, Kuisma MJ, Kurola JO. Emergency dispatch process and patient outcome in bystander-witnessed out-of-hospital cardiac arrest with a shockable rhythm. *Eur J Emerg Med*. 2015;22(4).
 86. Tjelmeland IBM, Alm-Kruse K, Andersson LJ, Bratland S, Hafstad AK, Haug B, et al. Cardiac arrest as a reportable condition: A cohort study of the first 6 years of the Norwegian out-of-hospital cardiac arrest registry. *BMJ Open*. 2020 Jul 8;10(7).
 87. The dependence of successful resuscitation on electrocardiographically documented cardiac rhythm in case of out-of-hospital cardiac arrest - PubMed [Internet]. [cited 2023 Jun 12]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17998797/>
 88. Hansen SM, Hansen CM, Folke F, Rajan S, Kragholm K, Ejlskov L, et al. Bystander defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest in Public vs Residential Locations. *JAMA Cardiol*. 2017;2(5).
 89. Dyson K, Brown SP, May S, Smith K, Koster RW, Beesems SG, et al. International variation in survival after out-of-hospital cardiac arrest: A validation study of the Utstein template. *Resuscitation*. 2019;138(February):168–81.
 90. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, Israelsson J, Nordberg P, Strömsöe A, 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* [Internet]. 2020 Jun 25 [cited 2023 Jun 12];28(1):60. Available from: </pmc/articles/PMC7318370/>
 91. Stieglis R, Zijlstra JA, Riedijk F, Smeekes M, Van Der Worp WE, Tijssen JGP, et al. Alert system-supported lay defibrillation and basic life-

- support for cardiac arrest at home. *Eur Heart J* [Internet]. 2022 Apr 14 [cited 2023 Dec 20];43(15):1465–74. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34791171/>
92. Iazzi A, Rziza M, Haj Thami RO. Fall Detection System-Based Posture-Recognition for Indoor Environments. *J imaging* [Internet]. 2021 Mar 1 [cited 2023 Apr 12];7(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34460698/>
 93. Mattmann C, Amft O, Harms H, Tröster G, Clemens F. Recognizing upper body postures using textile strain sensors. *Proc - Int Symp Wearable Comput ISWC*. 2007;29–36.
 94. Sucerquia A, López JD, Vargas-Bonilla JF. Real-Life/Real-Time Elderly Fall Detection with a Triaxial Accelerometer. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2018 Apr 5 [cited 2023 Apr 12];18(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29621156/>
 95. Wang X, Ellul J, Azzopardi G. Elderly Fall Detection Systems: A Literature Survey. *Front Robot AI* [Internet]. 2020 Jun 23 [cited 2023 Apr 12];7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33501238/>
 96. Welbourn C, Efstathiou N. How does the length of cardiopulmonary resuscitation affect brain damage in patients surviving cardiac arrest? A systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2018 Sep 10 [cited 2023 Apr 12];26(1):77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30201018/>
 97. Alamgir A, Mousa O, Shah Z. Artificial Intelligence in Predicting Cardiac Arrest: Scoping Review. *JMIR Med informatics* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 May 24];9(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34927595/>
 98. Kwon JM, Kim KH, Jeon KH, Lee SY, Park J, Oh BH. Artificial intelligence algorithm for predicting cardiac arrest using electrocardiography. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2020 Oct 6 [cited 2023 May 24];28(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33023615/>
 99. Blomberg SN, Jensen TW, Andersen MP, Folke F, Kjaer Ersbøll A, Torp-Petersen C, et al. When the machine is wrong. Characteristics of true and false predictions of Out-of-Hospital Cardiac arrests in emergency calls using a machine-learning model. [cited 2023 May 24]; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109689>

100. Heart N, Thannhauser J, Nas · J, Waalewijn RA, Van Royen · N, Bonnes JL, et al. Point of View Towards individualised treatment of out-of-hospital cardiac arrest patients: an update on technical innovations in the prehospital chain of survival. [cited 2023 May 24]; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12471-021-01602-6>
101. Kovach CP, Perman SM. Impact of the COVID-19 pandemic on cardiac arrest systems of care. *Curr Opin Crit Care* [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2023 Apr 12];27(3):239–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33783396/>
102. Krikščionaitienė A., Bardauskienė L. Staigi miortis: kaip sustiprinti gyvybės grandinę / Asta Krikščionaitienė, Lina Bardauskienė [Internet]. *Skubioji medicina*. Kaunas: Lietuvos skubiosios medicinos draugija, 2019, t. 1, nr. 1. 2019. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12512/106201>

PUBLIKACIJŲ SĄRAŠAS

1. Darginavičius L, Vencloviėnė J, Dobožinskas P, Vaitkaitienė E, Vaitkaitis D, Pranskūnas A, et al. AI-Enabled Public Surveillance Cameras for Rapid Emergency Medical Service Activation in Out-of-Hospital Cardiac Arrests, *Current Problems in Cardiology* 2023, vol. 48, no 11.
2. Darginavičius L, Kajokaitė I, Mikelionis N, Vencloviėnė J, Dobožinskas P, Vaitkaitienė E, et al. Short- and long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest in Kaunas (Lithuania) from 2016 to 2018 / Linas Darginavicius, Ilona Kajokaite, Nerijus Mikelionis, Jone Vencloviene, Paulius Dobožinskas, Egle Vaitkaitiene, Dinas Vaitkaitis, Asta Krikscionaitiene. *BMC cardiovascular disorders*. London : BioMed Central, 2022, vol. 22, no. 1. 2022.

Mokslinės konferencijos, kuriose buvo paskelbti disertacijos tyrimų rezultatai

1. Darginavičius L, Kajokaitė I, Ieškienė D, Mikelionis N, Vencloviene J, Dobožinskas P, et al. Survival after out of hospital cardiac arrest in Kaunas (Lithuania) in 2016–2018 / Linas Darginavicius, Ilona Kajokaite, Daiva Ieskiene, Nerijus Mikelionis, Jone Vencloviene, Paulius Dobožinskas, Egle Vaitkaitiene, Dinas Vaitkaitis, Asta Krikscionaitiene. In: Resuscitation: Part of special issue: RESUSCITATION 2020 - Abstracts of the Virtual Congress: 22-24 October 2020, Manchester, United Kingdom / Editor-in-chief: Jerry Nolan Amsterdam [et al]: Elsevier, 2020, vol 155, suppl 1, October. 2020.
2. Darginavičius L, Krikščionaitienė A, Vaitkaitienė E, Vaitkaitis D. OHCA trends in Kaunas, Lithuania / Linas Darginavicius, Asta Krikscionaitiene, Egle Vaitkaitiene, Dinas Vaitkaitis. In: European Emergency Medicine Congress – EuSEM 2020: virtual Congress: 19-22 September: abstract book / European Society for Emergency Medicine Aartselaar: European Society for emergency medicine, 2020 [Internet]. 2020.
3. Darginavičius L, Kajokaitė I, Ieškienė D, Mikelionis N, Vencloviene J, Beinaravičiūtė G, et al. Outcomes from out-of-hospital cardiac arrests in Kaunas (Lithuania) in 2017-2018 / L Darginavicius, I Kajokaite, D Ieskiene, N Mikelionis, J Vencloviene, G Beinaraviciute, T Taluntis, E Vaitkaitiene, D Vaitkaitis, A Krikscionaitiene. In: Critical care: e-ISICEM 2020 - 40th International Symposium on Intensive Care and Emergency Medicine - Part 2: Brussels, Belgium, 15-18 September 2020: meeting abstracts / Department of Intensive Care and Emergency Medicine of Erasme University Hospital [et al] London: BioMed Central Ltd, 2020, vol 24, suppl 2. 2020.

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Short- and long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest in Kaunas (Lithuania) from 2016 to 2018

Linus Darginavicius^{1*}, Ilona Kajokaite², Nerijus Mikelionis², Jone Vencloviene³, Paulius Dobožinskas¹, Egle Vaitkaitiene^{1,4}, Dinas Vaitkaitis¹ and Asta Krikscionaitiene¹

Abstract

Background: No studies analysing out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) epidemiology and outcomes in Lithuania were published in the last decade.

Methods: We conducted a retrospective analysis of prospectively collected data. The incidence of OHCA and the demographics and outcomes of patients who were treated for OHCA between 1 and 2016 and 31 December 2018 at Kaunas Emergency Medical Service (EMS) were collected and are reported in accordance with the Utstein recommendations. Multivariable logistic regression analysis was used to identify predictors of survival to hospital discharge.

Results: In total, 838 OHCA cases of EMS-treated cardiac arrest (CA) were reported (95.8 per 100,000 inhabitants). The median age was 71 (IQR 58–81) years of age, and 66.7% of patients were males. A total of 73.8% of OHCA cases occurred at home, 59.3% were witnessed by a bystander, and 54.5% received bystander cardiopulmonary resuscitation. The median EMS response time was 10 min. Cardiac aetiology was the leading cause of CA (78.8%). The initial rhythm was shockable in 27.6% of all cases. Return of spontaneous circulation at hospital transfer was evident in 24.9% of all cases. The survival to hospital discharge rate was 10.9%, and the 1-year survival rate was 6.9%. The survival to hospital discharge rate in the Utstein comparator group was 36.1%, and the 1-year survival rate was 27.2%. Five factors were associated with improved survival to hospital discharge: shockable rhythm, time from call to arrival at the patient less than 10 min, witnessed OHCA, age < 80 years, and male sex.

Conclusion: This is the first OHCA study from Lithuania examining OHCA epidemiology and outcomes over a three year period. Routine OHCA data collection and analysis will allow us to track the efficacy of service improvements and should become a standard practice in all Lithuanian regions.

Trial registration: This research was registered in the clinicaltrials.gov database: Identifiers: NCT04784117, Unique Protocol ID: LITOHCA. Brief Title: Out-of-hospital Cardiac Arrest Epidemiology and Outcomes in Kaunas 2016–2021.

Keywords: Out-of-hospital cardiac arrest, Utstein, Incidence, Emergency medical services, Survival, Outcomes, Prehospital resuscitation

Background

While the global survival rate of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) has significantly improved in the past 40 years [1], it remains poor. The overall survival to hospital discharge rate is less than 10% [1, 2]. The EuReCa TWO study reported outcomes of OHCA from 28 European

*Correspondence: linus.darginavicius@lsmuni.lt

¹ Department of Disaster Medicine, Lithuanian University of Health Sciences, Eiveniu 4-512, 50161 Kaunas, Lithuania
Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s) 2022. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

countries [2]. Unfortunately, there were no data from Lithuania in the EuReCa Two study. In Lithuania, the incidence of OHCA is unknown, as there is no official coding for OHCA as a cause of death in the national death registry.

The epidemiology of OHCA in Kaunas, the second largest city in Lithuania, has not been systematically reported in the last decade. Kaunas Emergency Medical Service (EMS) has undergone some major stepwise changes since 2011, including implementation of the Medical Priority Dispatch System (MPDS) and dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (CPR) instructions.

The aim of our study was to explore the epidemiology and outcomes of OHCA in Kaunas and to examine the impact of different patient and care factors on survival to hospital discharge.

Methods

Study design

We conducted a retrospective analysis of prospectively collected data from Kaunas EMS-attended OHCA cases in which resuscitation was attempted from 1 to 2016 to 31 December 2018.

Data sources

We used four data sources to describe each OHCA event: (1) Kaunas EMS Dispatcher Centre data, (2) EMS data, (3) hospital data, and (4) death registry data. EMS dispatcher data and EMS recordings were collected from the Kaunas EMS digital databases. Each OHCA case in which EMS staff initiated CPR underwent an internal audit by a Kaunas EMS quality manager and was included in the study. EMS dispatcher calls were reviewed by the EMS dispatch quality manager. Hospital data were collected from both paper records and the hospital information system (started in June 2017). Hospital data were retrieved manually and collected in the study database. The 1-year survival of patients discharged alive from a hospital was retrieved from the Lithuanian Health Information Centre of Institute of Hygiene, which is responsible for national death statistics in Lithuania.

Study settings

In 2018, Lithuania had a population of 2,808,901 and occupied an area of 65,300 km². Approximately 70% of the Lithuanian population lives in cities. Kaunas is the second largest Lithuanian city, with a population of approximately 0.29 million. The Kaunas EMS Station is the only prehospital care provider in the city. The dispatch system is entirely protocol-based. In Kaunas, all the callers were instructed to perform dispatcher-assisted CPR (DA-CPR) using the standard MPDS ProQA[®] cardiac arrest (CA) protocol starting in 2011. The EMS is

a two-tiered response system: a basic life support (BLS) tier with paramedics or a nurse and a paramedic who can apply an automated external defibrillator (AED) and an advanced life support (ALS) tier with ambulance teams including a physician and/or a nurse with advanced competencies in emergency medicine and a paramedic. In the case of presumed OHCA, a dispatcher always dispatches two EMS teams: the one closest to the victim and the ALS team. In Lithuania, CPR regulations are based on an order of the Ministry of Health, which was drafted under the European Resuscitation Council (ERC) guidelines. We do not have a do-not-resuscitate (DNAR) order in Lithuania.

Patient population

All OHCA cases in which EMS staff initiated CPR were included in the study. OHCA was defined as the cessation of cardiac mechanical activities as confirmed by the absence of signs of circulation [3]. Patients who received bystander CPR but had a pulse when EMS staff arrived were not included in the study, except for one patient who received a shock from an AED before EMS arrival.

The exclusion criteria were age less than 18 years and obvious signs of death on EMS arrival.

Variables

The core study dataset complied with the Utstein definitions [3] and is presented in Tables 1 and 2. We collected and examined 27 core and supplemental variables: system (population served, number of CAs attended, number of resuscitation attempted and not attempted, system description), dispatcher (dispatcher identified presence of CA, dispatcher provided CPR instructions), patient (age, sex, witnessed arrest, arrest location, bystander response, first monitored rhythm, aetiology), process (response times, defibrillation time, provision of targeted temperature management (TTM), drugs, performance of coronary angiography, number of occluded arteries); outcomes (prehospital ROSC, survived event, survival to hospital discharge, 1-year survival, transport to hospital, neurological outcome at discharge and discharge location).

Outcome measures

The primary outcome measure of this study was survival to hospital discharge in all patients and in the Utstein comparator subgroup which is defined as bystander-witnessed OHCA of medical/cardiac aetiology with an initial shockable rhythm. We selected these two groups because they reflect EMS system effectiveness and efficacy, respectively, according to the Utstein template [3]. 1-year survival was measured as a secondary outcome.

Table 1 Out-of-hospital cardiac arrest patient characteristics

Characteristics	Total/all cases	Utstein group
Number (%)	838 (100)	138 (16.5)
Incidence rate per 100,000 inhabitants per year	95.4	15.7
<i>Dispatcher identified cardiac arrest</i>		
Yes	419 (50.0)	81 (58.7)
No	103 (12.3)	11 (8.0)
N/A (was alive)	157 (18.7)	13 (9.4)
Missing	159 (19.0)	33 (23.9)
<i>Dispatcher CPR</i>		
Yes	374 (44.6)	73 (52.9)
No	146 (17.4)	19 (13.8)
N/A (was alive)	155 (18.5)	13 (9.4)
Missing	163 (19.5)	33 (23.9)
<i>Age</i>		
Median	71 years (IQR, 58–81)	70.5 (IQR 59–77)
Min–max	18–99	33–91
Missing	2 (0.2)	0 (0.0)
<i>Sex</i>		
Male	559 (66.7)	112 (81.2)
Female	279 (33.3)	26 (18.8)
<i>Location</i>		
Residence	607 (73.8)	88 (63.8)
Nursing home/medical facility	43 (5.2)	6 (4.3)
Public area	173 (21.0)	44 (31.9)
Missing	15 (1.8)	0 (0.0)
<i>Aetiology witnessed arrest</i>		
Medical/cardiac cause	660 (78.8)	138 (100)
Bystander	497 (59.3)	138 (100)
EMS	100 (11.9)	
Unwitnessed	103 (12.3)	
Missing	138 (16.5)	
<i>Bystander CPR</i>		
Yes	457 (54.5)	109 (79.0)
No	194 (23.2)	23 (16.7)
N/A (was alive)	168 (20.0)	6 (4.3)
Missing	19 (2.3)	0 (0.0)
<i>Initial cardiac rhythm</i>		
VF/pVT	231 (27.5)	138 (100)
PEA/asystole	576 (68.5)	
Missing	32 (3.8)	
<i>EMS defibrillation</i>		
Yes	231 (27.6)	138 (100)
No	607 (72.4)	
<i>Epinephrine</i>		
Yes	760 (90.7)	113 (81.9)
No	78 (9.3)	25 (18.1)
<i>Transported to hospital</i>		
Yes	249 (29.7)	78 (56.5)
Specialist centre	216 (86.7)	78 (56.5)
Non-specialist centre	33 (13.3)	0 (0)

Table 1 (continued)

Characteristics	Total/all cases	Utstein group
<i>Coronarography attempted</i>		
Yes	97 (40.8)*	59 (59.0)**
<i>Number of occluded coronary arteries</i>		
0	14 (14.7)	8 (13.6)
1	23 (24.2)	16 (27.1)
2	19 (20.0)	13 (22.0)
3	39 (41.1)	22 (37.3)
Missing	2 (2.1)	0 (0)
<i>Targeted temperature management</i>		
Performed	5 (2.1)*	1 (1.3)**
Indicated, but not performed	152 (63.9)*	52 (69.0)**
Not indicated	39 (16.4)*	18 (24.0)**
Missing	42 (17.6)*	4 (5.3)**

*% calculated from all patients admitted to the hospital (n = 238)

**% calculated from Utstein subgroup patients admitted to the hospital (n = 75)

Table 2 EMS times

Time period	Total/All cases		Utstein group	
	n	Median (IQR)	n	Median (IQR)
Departure to scene	738	9 (7–11)	132	8 (7–10)
Departure to patient	681	10 (8–12)	132	9 (8–11)
Departure to defibrillation	242	11 (9–14)	133	11 (9–13)
Departure to epinephrine	660	15 (12–18)	111	15 (12–17)
Scene to emergency department	248	6 (5–9)	78	6.5 (5–9)

All values reported in minutes

Statistical analysis

Age and EMS times were reported as the medians and interquartile ranges (IQRs). To compare the times of occurrence, the Mann-Whitney U and Wilcoxon tests were used. Categorical variables are reported as numbers and proportions and were compared by using the Pearson chi-square test. To assess the associations among patient (age, sex), arrest (location, first rhythm) and care (bystander CPR, defibrillation) characteristics and the odds of being alive at hospital discharge, logistic regression models were used. The log linearity was tested for continuous variables, and variables for which log linearity was not proven were converted into categorical variables. First, a univariate analysis was performed with all the descriptive variables, and the association between these variables and the survival rate was tested using the Wald test. Stratification was then performed on OHCA characteristics with adjustment for age and sex. Multivariate analysis was performed with adjustment for all the variables that were significant in the univariate analysis. To

assess the impact of patient characteristics, odds ratios (ORs) and their 95% confidence intervals (95% CIs) and p-values are presented.

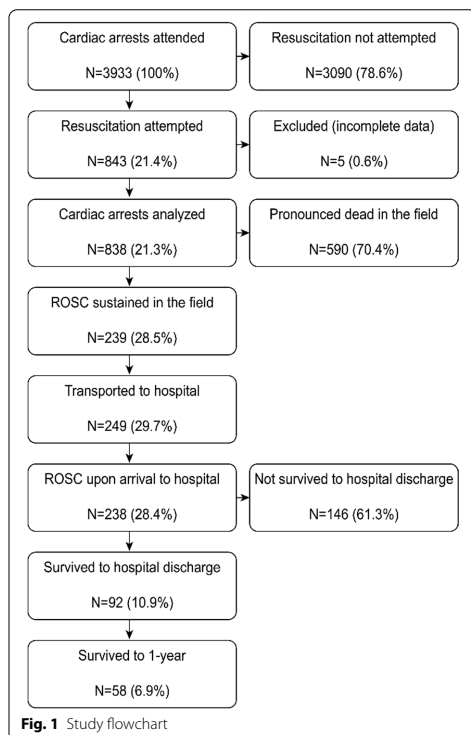
All tests were two-tailed, and p-values less than 0.05 were considered to indicate statistical significance.

Results

In total, 838 OHCA cases of EMS-treated CA were reported (95.8 cases/100.000 inhabitants/year). A flow-chart of the study participants is presented in Fig. 1. EMS-treated OHCA cases constituted 21.4% of all EMS-attended cases. Medical dispatchers identified OHCA in 50.0% of all cases and provided over-the-phone CPR instructions in 44.6% of them. Approximately 19% of OHCA patients were still alive during the call. Approximately 19% of all dispatcher data were missing because data were not saved to the EMS database. The median EMS response time (from departure to arrival at the patient) was 10 min. Other EMS times are presented in Table 2.

Patient characteristics

Detailed characteristics of all study participants and the Utstein comparator subgroup are presented in Table 1. The median age was 71 (IQR 58–81) years, and 66.7% of patients were males. A total of 73.8% of OHCA cases occurred at home, 59.3% were witnessed by a bystander, and 54.5% received bystander cardiopulmonary resuscitation (CPR). A presumed medical aetiology was reported in 78.8% of all cases. One patient received a shock from an AED before EMS arrival. The initial rhythm was shockable in 27.6% and nonshockable in 68.5% of all cases.



Outcomes

Return of spontaneous circulation (ROSC) at hospital transfer was evident in 24.9% of all cases. The survival to hospital discharge rate was 10.9%, and the 1-year survival rate was 6.9%. The survival to hospital discharge rate in the Utstein comparator group was 47.1%, and the 1-year survival rate was 27.5%. Patient outcomes were reported in accordance with the Utstein recommendations and presented in Table 3.

None of the discharged OHCA patients were evaluated using the Cerebral Performance Category (CPC) or modified Rankin Scale (mRS). 48% of all surviving patients were discharged to rehabilitation facilities, 21.7% to other hospitals, 16.3% to home, and 12% to nursing facilities.

Factors associated with improved survival to hospital discharge

In the univariate model, five statistically significant factors were associated with improved survival to hospital discharge: shockable rhythm, time from call to arrival at

the patient less than 10 min, witnessed OHCA, age < 80 years, and male sex. The multivariate model showed a statistically significant effect of shockable rhythm (OR 14.55, 95% CI 7.35–28.82), time from call to arrival at the patient less than 10 min (OR 2.18 95% CI 1.19–4.01), and age < 80 years (OR 2.96, 95% CI 1.18–7.41). Witnessed OHCA (OR 1.95, 95% CI 0.97–3.64) and male sex (OR 1.44, 95% CI 0.70–2.97) were statistically nonsignificant in the multivariate model (Table 4).

Odds ratios (ORs) and 95 confidence intervals from logistic regression are presented. Regressions controlled for sex.

Discussion

This is the first study reporting epidemiology and outcomes of OHCA in Lithuania for a period of three years. The overall survival to hospital discharge rate was 10.9% in our study. Among the patients in the Utstein comparator group, the survival to hospital discharge rate was 47.1%. Analysis of Utstein comparator subgroup variables allows a better comparison with other systems. Our results are slightly better than those reported in the EuReCA TWO study (8% and 31%) [1] and in the Cardiac Arrest Registry to Enhance Survival (CARES) annual report in 2017 (10.4% and 32.6%, respectively) [4]. The overall 1-year survival rate in our study was 6.9%, and that for the Utstein group was 27.5%. The survivors in the Utstein comparator subgroup constituted 65.5% of the total number of 1-year survivors. A recent meta-analysis of 141 OHCA studies reported an overall 1-year survival rate of 7.7% [1].

The incidence of EMS-treated OHCA in Kaunas was 95.8 cases/100,000 inhabitants/year. This incidence is higher than that reported in the EuReCa TWO study (56 cases/100,000 inhabitants/year) [2], CARES (74.3 cases/100,000 inhabitants/year) [4], and AusROC Epistry (47.6 cases/100,000 inhabitants/year) in 2015 [5]. The OHCA incident rate in Kaunas was higher than that in other North European countries, such as Denmark [6], Finland [7], Sweden [8], Norway [9], and neighbouring Poland [10]. The proportion of cases in which resuscitation was initiated or continued by EMS staff was 21.4%, compared with 62.6% in the EuReCa TWO study [2]. The total population served by Kaunas EMS decreased from 0.36 million in 2007 to 0.29 million in 2017, but the number of EMS-treated CAs increased 5-fold from 19.96 cases/100,000 inhabitants/year in 2007 [11] to 97.4 cases/100,000 inhabitants/year in 2017. The increased number of CPR attempts could be related to the number of attempts performed in patients in whom CPR was regarded as futile earlier. The negative correlation between the frequency of CPR attempts and the incidence of shockable rhythm may confirm such an

Table 3 Patient outcomes reported in accordance with the Utstein recommendations

Patient outcomes reported	ROSC sustained to hospital		Survived to hospital discharge		1-year survival	
	Yes N (%)	No N (%)	Yes N (%)	No N (%)	Yes N (%)	No N (%)
<i>All EMS-treated arrests</i>						
2016–2018 n = 838	238 (28.4)	600 (71.6)	92 (10.9)	746 (89.0)	58 (6.9)	780 (93.1)
2016 n = 312	84 (26.9)	228 (73.1)	27 (8.7)	285 (91.3)	12 (3.8)	300 (96.2)
2017 n = 281	79 (28.1)	202 (71.9)	34 (12.1)	247 (87.9)	22 (7.8)	259 (92.2)
2018 n = 245	75 (30.6)	170 (69.4)	31 (12.7)	214 (87.3)	24 (9.8)	221 (90.2)
<i>Shockable bystander-witnessed (EMS-witnessed excluded)</i>						
2016–2018 n = 138	75 (54.3)	63 (45.7)	65 (47.1)	73 (52.9)	38 (27.5)	100 (72.5)
2016 n = 42	21 (50)	21 (50)	13 (31)	29 (69)	9 (21.4)	33 (78.6)
2017 n = 49	27 (55.1)	22 (44.9)	26 (53.1)	23 (46.9)	11 (22.4)	38 (77.6)
2018 n = 47	27 (57.4)	19 (40.4)	26 (55.3)	21 (44.7)	18 (38.3)	29 (61.7)
<i>Shockable bystander CPR (EMS-witnessed excluded) N = 165</i>						
2016–2018	83 (50.3)	82 (49.7)	56 (33.9)	109 (66.1)	38 (23.0)	127 (77)
2016 n = 58	23 (39.7)	35 (60.3)	14 (24.1)	44 (75.9)	5 (8.6)	53 (91.4)
2017 n = 50	28 (56.0)	22 (44)	18 (36)	32 (64)	12 (24.0)	38 (76)
2018 n = 57	32 (56.1)	25 (43.9)	24 (42.1)	33 (57.9)	21 (36.8)	36 (63.2)
<i>Non-shockable bystander-witnessed (EMS witnessed excluded)</i>						
2016–2018 n = 318	61 (19.2)	257 (80.8)	7 (2.2)	311 (97.8)	3 (0.9)	315 (99.1)
2016 n = 108	23 (21.3)	85 (78.7)	2 (1.9)	106 (98.1)	0 (0.0)	108 (100)
2017 n = 132	23 (17.4)	109 (82.6)	5 (3.8)	127 (96.2)	3 (2.3)	129 (97.7)
2018 n = 78	15 (19.2)	62 (79.5)	0 (0.0)	78 (100)	0 (0.0)	78 (100)

Table 4 Multivariate logistic regression analysis for survival to hospital discharge in all EMS-treated OHCA cases

Variable	OR	95 CI	p
Male sex	1.44	0.70–2.97	0.325
Age ≤ 80	2.96	1.18–7.41	0.020
Shockable rhythm	14.55	7.35–28.82	< 0.001
Witnessed arrest	1.95	0.97–3.64	0.063
EMS departure to scene ≤ 10 min	2.18	1.19–4.01	0.012

assumption [10]. In a study performed in Kaunas in 2007 [11], there were 43 CPR attempts per 100,000 persons per year, and the occurrence of ventricular fibrillation/pulseless ventricular tachycardia (VF/pVT) was equal to 48%. In our study the rate of shockable rhythm was 27.5%. The higher OHCA incidence rate in Kaunas is assumed to be because resuscitation is started more often because we do not have a do-not-resuscitate order in Lithuania.

BLS teams should start CPR in all OHCA cases, except when there are injuries incompatible with life or the presence of rigor mortis or lividity. Family members or other bystanders often expect CPR even in futile OHCA cases.

Our study revealed that 54.5% of OHCA patients received bystander CPR before EMS arrival. This is

in accordance with EuReCa TWO data (58%) [12] but lower than the rate in other Northern European countries: Norway—80% [9], Denmark—80.6% [13] and Sweden—68.2% [14]. Lower bystander CPR rates could be related to a lack of national initiatives encouraging CPR training and application in public. There is no CPR training for schoolchildren or national AED program in Lithuania. The first responder programme, “AED ALERT”, was only implemented in 2019 and is only in the Kaunas region. In 2016, there were only 5 AEDs in public places in Kaunas with a link to the EMS. The AED network in Kaunas only started to grow in 2018. This is the main reason why only one person was successfully defibrillated with an AED before EMS arrival during the study.

In our study population, we found five factors related to survival to hospital discharge, three of which were statistically significant in the multivariate model: shockable rhythm, age ≤ 80 years, and EMS time to scene ≤ 10 min (Table 4). All of them are well known from other studies [15, 16]. A study from 12 OHCA registries found that an initial shockable rhythm had the strongest association with survival to hospital discharge, and increasing patient age and time to EMS assessment were consistently associated with poorer survival. In addition, public location, witnessed events and bystander defibrillation were

consistently associated with improved odds of survival [15]. Al-Dury et al. [16] also found that the most important predictor of survival in OHCA is the initial rhythm, followed by age, time to start of CPR, EMS response time and place of OHCA.

Our study has revealed some systemic flaws in OHCA care. Only 2.6% of OHCA patients received targeted temperature management in the hospital. In contrast, CARE reported that 45.5% of admitted patients received TTM [4]. There was no standard post-resuscitation care protocol (including the use of TTM), even in hospitals with 24/7 percutaneous cardiac intervention (PCI) facilities until recently.

We were also not able to report neurologic outcomes according to the Utstein recommendations because none of the discharged OHCA patients were evaluated using the CPC or mRS. We presumed that patients discharged to rehabilitation facilities (48.9%) had favourable neurologic outcomes and patients discharged to nursing facilities (most of them with tracheostomies, remaining in a state of coma) had unfavourable neurologic outcomes (12%).

Our study had several limitations, which appeared only at the statistical analysis stage. We found a lack of information about mechanical chest compression device usage, which is probably associated with the EMS database entry process. AED usage before ambulance arrival is not clear for the same reason as stated for mechanical chest compression device use. Regarding technical difficulties, we lacked some dispatch centre call recordings for the period from May to December 2018.

Our study provides a baseline for future reference, summarizing patient characteristics, processes and outcomes for OHCA.

Conclusion

This study is a small step towards a national, population-based CA registry that would allow systematic assessment of the strengths and weaknesses of the chain of survival in Lithuania.

Routine OHCA data collection and analysis will allow us to track the efficacy of service improvements and should become a standard practice in all Lithuanian regions.

Abbreviations

AED: Automated external defibrillator; ALS: Advanced life support; BLS: Basic life support; CA: Cardiac arrest; CI: Confidence interval; CPC: cerebral performance category; CPR: Cardiopulmonary resuscitation; DNAR: Do not attempt resuscitation; EMS: Emergency medical service; ERC: European Resuscitation Council; IQR: Interquartile ranges; MPDS: Medical Priority Dispatch System; mRS: Modified Rankin Scale; OHCA: Out-of-hospital cardiac arrest; OR: Odds ratio; PCI: Percutaneous coronary intervention; PEA: Pulseless electrical activity; ROSC: Return of spontaneous circulation; TTM: Targeted temperature management; VF: Ventricular fibrillation; VT: Ventricular tachycardia.

Acknowledgements

Not applicable.

Author contribution

LD, IK, NM, PD collected all data. LD, JV, AK has analysed data. LD, AK, DV, EV has written the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Funding

No external funding.

Availability of data and materials

The datasets used and/or analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Declarations

Ethics approval and consent to participate

Ethical approval was issued 13 July 2020 by The Lithuanian University of Health Sciences (No. BE-2-270). Consent to participate is not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Author details

¹Department of Disaster Medicine, Lithuanian University of Health Sciences, Eiveniu 4-512, 50161 Kaunas, Lithuania. ²Kaunas Emergency Medical Service Station, Kaunas, Lithuania. ³Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Sciences, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania. ⁴Department of Public Health, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania.

Received: 1 December 2021 Accepted: 19 November 2022

Published online: 03 December 2022

References

1. Yan S, Gan Y, Jiang N, Wang R, Chen Y, Luo Z, et al. The global survival rate among adult out-of-hospital cardiac arrest patients who received cardiopulmonary resuscitation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2020;24:61.
2. Grasner JT, Whnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe—results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020;148:218–26.
3. Perkins GD, Jacobs IG, Nadkarni VM, Berg RA, Bhanji F, Biarent D, et al. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: update of the Utstein Resuscitation Registry templates for out-of-hospital cardiac arrest: a statement for healthcare professionals from a task force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian and New Zealand Council on Resuscitation, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa, Resuscitation Council of Asia); and the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee and the Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation. *Circulation*. 2015;132:1286–300.
4. CARES. About CARES: the cardiac arrest registry to enhance survival (CARES) registry to enhance survival. 2018. <https://mycares.net/sitepages/aboutcares.jsp>. Accessed 30 Jan 2019.
5. Beck B, Bray J, Cameron P, Smith K, Walker T, Grantham H, et al. Regional variation in the characteristics, incidence and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in Australia and New Zealand: results from the Aus-ROC epi-study. *Resuscitation*. 2018;126:49–57.
6. Moller SG, Wissenberg M, Moller-Hansen S, Folke F, Malta Hansen C, Kragholm K, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest:

- incidence and survival—a nationwide study of regions in Denmark. *Resuscitation*. 2020;148:191–9.
7. Hiltunen P, Kuisma M, Siilvast T, Rutanen J, Vaahersalo J, Kurolo J, et al. Regional variation and outcome of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) in Finland—the finnresusci study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2012;20:80.
 8. Masterson S, Stromsoe A, Cullinan J, Deasy C, Vellinga A. Apples to apples: Can differences in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcomes between Sweden and Ireland be explained by core Utstein variables? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26:37.
 9. Tjelmeland IBM, Alm-Kruse K, Andersson LJ, Bratland S, Hafstad AK, Haug B, et al. Cardiac arrest as a reportable condition: a cohort study of the first 6 years of the Norwegian out-of-hospital cardiac arrest registry. *BMJ Open*. 2020;10:e038133.
 10. Nadolny K, Zysko D, Obremska M, Wierzbik-Stronska M, Ladny JR, Podgorski M, et al. Analysis of out-of-hospital cardiac arrest in Poland in a 1-year period: data from the POL-OHCA registry. *Kardiol Pol*. 2020;78:404–11.
 11. Jasinskas N, Vaitkaitis D, Pilvinis V, Jancaityte L, Bernotiene G, Doboziuskas P. The dependence of successful resuscitation on electrocardiographically documented cardiac rhythm in case of out-of-hospital cardiac arrest. *Medicina (Kaunas)*. 2007;43:798–802.
 12. Grasner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Bottiger BW, Herlitz J, et al. 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;105:188–95.
 13. Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, Hansen SM, Malta Hansen C, Thorsteinsson K, et al. Bystander efforts and 1-year outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2017;376:1737–47.
 14. Riva G, Ringh M, Jonsson M, Svensson L, Herlitz J, Claesson A, et al. 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. doi:<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038179>.
 15. Dyson K, Brown SP, May S, Smith K, Koster RW, Beesems SG, et al. International variation in survival after out-of-hospital cardiac arrest: a validation study of the Utstein template. *Resuscitation*. 2019;138:168–81.
 16. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, Israelsson J, Nordberg P, Stromsoe A, 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.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions





AI-Enabled Public Surveillance Cameras for Rapid Emergency Medical Service Activation in Out-of-Hospital Cardiac Arrests

Linus Darginavicius, MD^{a*}, Jone Vencloviene, PhD^b, Paulius Dobožinskas, PhD^a, Egle Vaitkaitiene, PhD^{a,c}, Dinas Vaitkaitis, PhD^a, Andrius Pranskunas, PhD^d, and Asta Krikšcionaitiene, PhD^a

From the ^a Department of Disaster Medicine, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania, ^b Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Sciences, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania, ^c Department of Public Health, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania and ^d Department of Intensive Care Medicine, Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania.

Abstract: This study aims to evaluate the potential usefulness of a novel artificial intelligence (AI)-based video processing algorithm for rapidly activating ambulance services (EMS) in unwitnessed out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) cases in public places. We hypothesized that AI should activate EMS using public surveillance cameras after detecting a person fallen due to OHCA. We created an AI model based on our experiment performed at the Lithuanian University of Health Sciences, Kaunas, Lithuania, in Spring 2023. Our research highlights the potential benefits of AI-based surveillance cameras for rapidly detecting and activating EMS during cardiac arrests. (Curr Probl Cardiol 2023;48:101915.)

*Corresponding author: Linus Darginavicius, Department of Disaster Medicine, Lithuanian University of Health Sciences, Eiveniu str. 4-512, LT-50161 Kaunas, Lithuania. Phone: +37065262929. E-mail: linas.darginavicius@ismuni.lt

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Curr Probl Cardiol 2023;48:101915

0146-2806/\$ – see front matter

<https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2023.101915>

Introduction

Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) is a leading cause of death worldwide. Early intervention is essential for improving survival rates. Rapid emergency medical service (EMS) activation critically provides timely care to OHCA patients. Evolving research has indicated that OHCA cases witnessed and resuscitated on-site by bystanders have shown better results than unwitnessed and nonresuscitated cases.¹ This statement is justified by the results from previous OHCA studies. OHCA cases must prioritize minimizing the time without chest compressions, which has been proven to be one of the most important factors in saving lives. However, OHCA cases in public unwitnessed environments are less likely to survive.¹ The increasing prevalence of CCTV surveillance systems in public locations for safety purposes and threat detection through the advancements in video camera technology have made AI-based public surveillance more adaptable. Artificial intelligence (AI) is rapidly evolving and being implemented in many industries. Synthesizing these concepts will recognize a promising area that could benefit from implementing AI technology.

Methods

In this study, we hypothesized that AI should activate EMS after detecting a fallen person due to OHCA through public surveillance cameras. Therefore, AI can help shorten the time for chest compressions critical in OHCA cases. Shortened time to chest compressions could result in better survival and neurological outcomes in public unwitnessed cases. During OHCA individual must come and check whether the fallen person is conscious and breathing and, if not, call the EMS and begin chest compressions. All these critical actions take considerable time.

To test our hypothesis, we created an AI model based on our experiment performed at the Lithuanian University of health sciences, Kaunas, Lithuania, in Spring 2023.

The study design was approved by the Regional bioethics committee (2023-03-02 Nr. BE-2-6) and created by preparing the university corridor and ensuring no outsiders could enter it during the experiment. We introduced the study to healthy volunteers after they signed the informed consent. No other data except participants' gender, weight, and height were collected. Subsequently, we instructed the participants to perform a fall at a near and far distance from the camera in the corridor that was under surveillance. We used the YOLOv5 AI algorithm as a repository to train our custom model (Fig 1). The YOLOv5 model was created for object



FIG 1. A fallen person detected by AI algorithm.

recognition by Ultralytics, USA. All data was collected and stored in university facilities.

Results

During the analysis stage, we examined the fall detection rate and the factors affecting it. The following metrics were evaluated:

TP: Fallen person detected as fallen

FP: Not-fallen person detected as fallen

TN: Not-fallen not detected as fallen

FN: Fallen person not detected as fallen

1. Recall: Of all the data regarding fallen persons, how many were correctly detected by the model? This is also known as sensitivity and is expressed as $TP/(TP+FN)$. Our model has a recall value of 0.95, which means that our model correctly detected 95% of the fallen person.
2. Precision: Of all the fallen persons detected by the model, how many of them revealed ground truth? This was calculated by $TP/(TP + FP)$ with a precision value of 0.968.
3. F1 Score: Because recall and precision are competing metrics, both metrics can be combined into a single one by the F1 score. It can be calculated by $2*(Prec*Rec)/(Prec + Rec)$. The value of F1 ranges between 0 and 1, which are the respective worst and best values. Considering precision and recall values, the F1 score for the fall detection model was 0.958.
4. Mean Average Precision: This is the most important and frequently used detection evaluation metric. mAP encapsulates the tradeoff between precision and recall and maximizes the effect of both metrics. The mAP value of our model was 0.978.

Further analysis revealed a correlation between the distance from the camera and the recognition of a fallen person. In other words, the fall detection precision increases as the object is closer to the camera, as shown in [Figure 2](#).

Discussion

Recently, several research articles have been published in the field of fall detection. Based on the sensor technology developed to date, each proposed system can be classified into two categories wearable- and camera-based.² Fall detection systems based on wearable sensors are

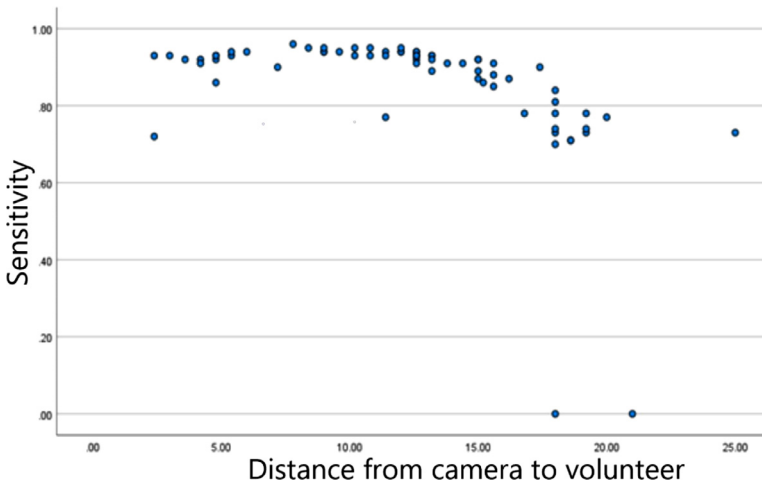


FIG 2. Correlation between distance from the AI-enabled video camera and the recognition of a fallen person.

electronic devices that can be worn or placed on clothing. These sensors can detect falls using various features, such as strain sensors³ and triaxial accelerometers,⁴ and may include a manual help button. However, they have limitations, such as requiring a power source, wearing it during daily activities, and being ineffective if the person is unconscious after a fall. Despite these limitations, wearable fall detection systems are commercially available for detecting falls in the elderly population. Video-based⁵ systems offer a new solution for detecting falls without requiring interaction or wearing sensors. It can track and identify various activities, including falls, and send a signal with a short video clip to confirm the fall event. According to existing literature,⁶ the median time to dispatcher recognition of cardiac arrest, including bystander spontaneous cardiopulmonary resuscitation (CPR), is 60 seconds. However, an automated AI-based video system could potentially detect cardiac arrest within a few seconds, thereby improving the likelihood of positive neurological outcomes.⁷

This study evaluated the potential usefulness of a novel AI-based video processing algorithm for rapidly activating the EMS in unwitnessed OHCA cases in public places. Although the efficacy of virtual assistants in the healthcare domain has been explored previously, no comparable tool has been developed and effectively adopted for this purpose.

Recently, various technologies have been implemented and investigated across the chain of survival, including prediction,^{8,9} prevention, and rapid recognition of cardiac arrest.¹⁰ Further, various systems enhance early CPR and defibrillation¹¹ and predict resuscitation success.

However, limited research has been conducted on OHCA fall detection, and no universally accepted standard currently exists for comparison. Therefore, an opportunity to investigate the development and testing of models that could potentially prove beneficial is present.

Moreover, the global pandemic has decreased the willingness of laypersons to assist unresponsive individuals, perform chest compressions, or apply automatic external defibrillators, as evidenced by a recent social media study involving over 1300 respondents from 26 countries.¹² Therefore, the need for innovative and effective tools to aid the early detection and activation of EMS in unwitnessed OHCA cases is more pressing than ever.

Autonomous monitoring systems are becoming increasingly prevalent in healthcare. However, these systems have drawbacks, particularly regarding security and privacy concerns. The data generated by these systems are security-sensitive and privacy-critical and thus require urgent protection to prevent cyberattacks that could lead to physical or psychological harm and jeopardize the safety of individuals being monitored. Furthermore, privacy measures must be prioritized when implementing autonomous health-monitoring systems. The vulnerability level varies depending on the type of sensor used. Vision-based sensors, for instance, are more prone to privacy issues than wearable sensors such as accelerometers. Therefore, if a system solely relies on wearable sensors, privacy concerns are less critical than those associated with visual sensors.

Prioritizing security and privacy measures for autonomous monitoring systems is crucial, particularly in the healthcare domain where sensitive data is involved. This includes developing robust security protocols and implementing appropriate privacy measures to protect the privacy and safety of the individuals being monitored.

Our study had some limitations that must be considered when interpreting the results. First, the tests were conducted under simulated conditions, which may not accurately reflect real-world scenarios. Additionally, the convenience sample used in the study consisted of individuals who were currently studying or had completed higher education, leading to a possible selection bias that could limit the generalizability of the findings.

Furthermore, this pilot study is the first to use an AI-based video-processing algorithm to detect OHCA, which is still in the developmental stage. Although the results suggest that the tool is promising, further improvements in AI development and evaluation using a larger sample are required. Our experiment focused on usability rather than comparing this model with other types of assistance during cardiac arrest.

In summary, although our hypothesis has some limitations, it highlights the potential benefits of AI-based surveillance cameras for rapidly detecting OHCA. Further research is needed to assess the efficacy of this technology in real-world scenarios and compare its effectiveness with other forms of assistance during cardiac arrest.

Funding

This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no competing financial interests or personal relationships that may have influenced the work reported in this study.

REFERENCES

1. Darginavicius L, Kajokaite I, Mikelionis N, et al. Short- and long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest in Kaunas (Lithuania) from 2016 to 2018. *BMC Cardiovasc Disord* 2022;22(1):1–8. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36460967/>.
2. Iazzi A, Rziza M, Haj Thami RO. Fall detection system-based posture-recognition for indoor environments. *J Imaging* 2021;7(3):42. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34460698/>.
3. Mattmann C, Amft O, Harms H, Tröster G, Clemens F. Recognizing upper body postures using textile strain sensors. In: *Proc - Int Symp Wearable Comput ISWC 2007*:29–36.
4. Sucerquia A, López JD, Vargas-Bonilla JF. Real-life/real-time elderly fall detection with a triaxial accelerometer. *Sensors* 2018;18(4):1101. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29621156/>.
5. Wang X, Ellul J, Azzopardi G. Elderly fall detection systems: a literature survey. *Front Robot AI* 2020;7:71. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33501238/>.
6. Dami F, Heymann E, Pasquier M, Fuchs V, Carron PN, Hugli O. Time to identify cardiac arrest and provide dispatch-assisted cardio-pulmonary resuscitation in a criteria-based dispatch system. *Resuscitation* 2015;97:27–33. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26433118/>.
7. Welbourn C, Efstathiou N. How does the length of cardiopulmonary resuscitation affect brain damage in patients surviving cardiac arrest? A systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018;26(1):77. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30201018/>.

8. Alamgir A, Mousa O, Shah Z. Artificial intelligence in predicting cardiac arrest: scoping review. *JMIR Med Informatics* 2021;9(12):e30798. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34927595/>.
9. Kwon JM, Kim KH, Jeon KH, Lee SY, Park J, Oh BH. Artificial intelligence algorithm for predicting cardiac arrest using electrocardiography. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2020;28(1):1–10. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33023615/>.
10. Blomberg SN, Jensen TW, Andersen MP, et al. When the machine is wrong. Characteristics of true and false predictions of Out-of-Hospital Cardiac arrests in emergency calls using a machine-learning model. *Resuscitation* 2023;183:109689. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109689>.
11. Heart N, Thannhauser J, Nas J, Waalewijn RA, et al. Point of view towards individualised treatment of out-of-hospital cardiac arrest patients: an update on technical innovations in the prehospital chain of survival. *Neth Heart J* 2022;30(7-8):345–9. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12471-021-01602-6>.
12. Kovach CP, Perman SM. Impact of the COVID-19 pandemic on cardiac arrest systems of care. *Curr Opin Crit Care* 2021;27(3):239–45. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33783396/>.

*** Duomenys pateikiami informacinės sistemos STAT.HILT ***

Ataskaita: Mirusių asmenų skaičius pagal diagnozių grupes

Administracinė teritorija

Viso Lietuvoje

	2022		2021		2020		2019		2018		2017		2016	
	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų	Mirusių skaičius	Mirusių skaičius 100 000 gyventojų
1 A00-Y89 Iš viso mirusiųjų	42884	1514,46	47746	1700,13	43547	1549,51	38281	1361,79	39574	1403,73	40142	1412,14	41106	1428,62
2 A00-B99 Infekcinės ir parazitinės ligos iš jų:	720	25,43	706	25,14	719	25,58	631	22,45	613	21,74	633	22,27	800	27,8
3 A15-A16 kvėpavimo organų tuberkuliozė	84	2,97	85	3,03	91	3,24	91	3,24	100	3,55	135	4,75	143	4,97
4 A40-A41 sepsis	353	12,47	396	14,1	383	13,63	331	11,77	321	11,39	297	10,45	456	15,85
5 B20-B24 ŽIV liga	25	0,88	28	1	26	0,93	20	0,71	24	0,85	31	1,09	33	1,15
6 C00-C36 Piktybiniai navikai	7899	278,96	7749	275,92	8210	292,13	8042	286,08	8028	284,76	7996	281,29	8197	284,88
7 E00-E89 Endokrininės, mitybos ir medžiagų apykaitos ligos	696	24,58	769	27,38	736	26,19	638	22,7	563	19,97	458	16,11	339	11,78
8 E10-E14 iš jų cukrinis diabetas	642	22,67	713	25,39	688	24,48	595	21,17	528	18,73	420	14,78	307	10,67
9 F00-F99 Psichikos ir elgesio sutrikimai	480	16,95	435	15,49	385	13,7	300	10,67	267	9,47	278	9,78	159	5,53
10 I00-I99 Kraugotakos sistemos ligos, iš jų:	22503	794,7	23037	820,3	22940	816,26	20901	743,52	21922	777,6	22511	791,91	23103	802,93
11 I05-I09 lėtinės reumatinės širdies ydos	41	1,45	32	1,14	28	1	28	1	45	1,6	46	1,62	84	2,92
12 I10-I15 hipertenzinės ligos	1914	67,59	2063	73,46	1699	60,45	1136	40,41	1047	37,14	913	32,12	625	21,72
13 I21-I22 ūminis ir pakartotinis miokardo infarktas	1141	40,29	1110	39,52	1165	41,45	1139	40,52	1126	39,94	1145	40,28	1110	38,58
14 I24-I25 kitos išeminės širdies ligos	11786	416,23	12421	442,28	12603	448,45	11653	414,54	12422	440,62	13126	461,75	14045	488,13
15 I60-I69 cerebravaskulinės ligos	5433	191,87	5225	186,05	5226	185,95	4920	175,02	5352	189,84	5368	188,84	5598	194,56
16 I70 aterosklerozė	136	4,8	138	4,91	156	5,55	143	5,09	155	5,5	152	5,35	139	4,83
17 I00-I99 Kvėpavimo sistemos ligos, iš jų:	1162	41,04	1063	37,85	1208	42,98	1207	42,94	1389	49,27	1344	47,28	1292	44,9
18 J09-J11 gripas	16	0,57	17	0,6	17	0,6	54	1,92	24	0,85	14	0,49	28	0,97
19 J12-J18 pneumonija	559	19,74	547	19,48	595	21,17	540	19,21	651	23,09	578	20,33	572	19,88
20 J40-J47 lėtinės apatinę kvėpavimo takų ligos	467	16,49	408	14,53	517	18,4	508	18,07	606	21,5	685	24,1	603	20,96
21 K00-K93 Virškinimo sistemos ligos, iš jų:	2206	77,91	2182	77,7	2160	76,86	1921	68,34	1900	67,4	1993	70,11	2165	75,24
22 K25-K27 skrandžio, dvylikapirštės žarnos ir pepsinė opos	300	10,59	306	10,9	314	11,17	285	10,14	308	10,93	314	11,05	319	11,09
23 K35-K38 kirmelinės ataugos ligos	10	0,35	8	0,28	17	0,6	9	0,32	5	0,18	8	0,28	10	0,35
24 K70 alkoholinė kepenų liga	321	11,34	346	12,32	301	10,71	226	8,04	225	7,98	245	8,62	309	10,74
25 K74 kepenų cirozė ir fibrozė	501	17,69	478	17,02	480	17,08	397	14,12	406	14,4	418	14,7	448	15,57
26 N00-N99 Lyties ir šlapimo sistemos ligos	316	11,16	258	9,19	303	10,78	298	10,6	308	10,93	343	12,07	394	13,69
27 N40 iš jų priešinės liaukos hiperplazija	9	0,32	14	0,5	9	0,32	7	0,25	8	0,28	5	0,18	14	0,49
28 O00-O99 Nėštumas, gimdymo ir pogimdyminio laikotarpio ligos	27	0,95	37	1,32	30	1,07	39	1,39	42	1,49	29	1,02	42	1,46
29 P00-P96 Perinatalinio laikotarpio ligos	52	1,84	60	2,14	55	1,96	54	1,92	70	2,48	66	2,32	78	2,71
30 Q00-Q99 Įgimtos formavimosi ydos	620	21,9	715	25,46	743	26,44	647	23,02	683	24,23	568	19,98	548	19,05
31 R00-R99 Simptomai ir netiksliai nurodytos mirties priežastys	4	0,14	3	0,11	1	0,04	1	0,04	3	0,11	10	0,35	9	0,31
32 R54 Senatvė	2336	82,5	2424	86,31	2506	89,17	2395	85,2	2618	92,86	2810	98,85	3062	106,42
33 Y00-Y89 Mirtinumo išorinės priežastys, iš jų:	169	5,97	184	6,55	216	7,69	214	7,61	224	7,95	250	8,79	246	8,55
34 V00-V99 transporto įvykiai	464	16,39	506	18,02	496	17,65	432	15,37	451	16	424	14,92	401	13,94
35 W00-W19 nukritimai	117	4,13	144	5,13	140	4,98	137	4,87	155	5,5	142	5	190	6,6
36 W65-W74 atsitiktinis paskendimas	160	5,65	173	6,16	121	4,31	117	4,16	163	5,78	193	6,79	232	8,06
37 X31 intensyvaus natūralus šalčio poveikis	68	2,4	49	1,74	35	1,25	43	1,53	51	1,81	73	2,57	98	3,41
38 X42 atsitiktinis apsinuodijimas narkotikais	158	5,58	139	4,95	136	4,84	159	5,66	157	5,57	193	6,79	193	6,71
39 X45 atsitiktinis apsinuodijimas alkoholiu	40	1,4	52	1,86	60	2,16	68	2,42	63	2,25	78	2,74	100	3,48
40 X60-X84 tyčiniai susižalojimai (savijudybės)	527	18,61	565	20,12	607	21,9	658	23,41	683	24,23	748	26,31	823	28,6
41 X85-Y09 pasikėsinimas (nužudymai)	53	1,87	50	1,78	68	2,42	62	2,21	72	2,55	78	2,74	100	3,48
43 U07 COVID-19	2606	92,03	7018	249,9	2266	80,63								

1 priedas. Lietuvoje mirusių asmenų skaičius pagal diagnozių grupes 2016-2022m.

PADĖKA

Dėkoju profesoriams Eglei ir Dinui Vaitkaičiams už pagalbą, kai jos labiausiai reikėjo, daktarei Astai Krikščionaitienei už tai, kad patikėjo ir pasitikėjo, šeimai už visokeriopą ir besąlygišką pagalbą ir palaikymą.

CURRICULUM VITAE

PERSONAL INFORMATION

Name, Surname: LINAS DARGINAVICIUS
Phone number: +370 37 327 198
E-mail address: linas.darginavicius@lsmu.lt
Nationality: Lithuanian
Date of Birth: 1988 July 18
Sex: Male

EDUCATION:

2019–present PhD studies at Lithuanian University of Health
Sciences, Department of Disaster Medicine
2013–2018 Emergency medicine residency, Lithuanian
University of Health Sciences
2007–2013 Master in medicine, qualification – physician,
Lithuanian University of Health Sciences

WORK EXPERIENCE

2018–present Emergency medicine physician, Hospital of
Lithuanian University of Health Sciences Kauno
Klinikos, Department of Emergency medicine
2014–present Assistant at the Lithuanian University of Health
Sciences, Disaster medicine department