

Langtímaárangur kransæðahjáveitu- aðgerða á sláandi hjarta á Íslandi

• Rannsókn •

Kristjana Lind Ólafsdóttir¹ læknanemi

Luis Gísli Rabelo² sérnámsgrunnslæknir

Böðvar Páll Ásgeirsson¹ læknanemi

Matthildur María Magnúsdóttir¹ læknanemi

Sigurður Ragnarsson³ læknir

Tómas Guðbjartsson^{1,2} læknir

Rannsóknin var unnin á hjarta- og lungnaskurðeild Landspítala

¹læknadeild Háskóla Íslands, ²hjarta- og lungnaskurðeild Landspítala,

³hjarta- og lungnaskurðeild háskólasjúkrahúsins á Skáni

Fyrirspurnum svarar Kristjana Ólafsdóttir, klo12@hi.is

Greinin barst 16. mars 2026, samþykkt til birtingar 13. ágúst 2026

Inngangur

Í næstum sjö áratugi hefur kransæðahjáveituaðgerð verið beitt við útbreiddum kransæðasjúkdómi og gagnast hún sérstaklega sjúklingum með svokallaðan þriggja æða sjúkdóm eða þeim sem hafa marktæk þrengsli í höfuðstofni vinstri kransæðar.^{1,2} Að auki hafa rannsóknir sýnt að sjúklingum með alvarlega sykursýki af gerð II³ og skertan samdrátt í vinstri slegli farnast oft betur til lengri tíma eftir kransæðahjáveituaðgerð en kransæðavíkkun.⁴

Lengst af voru hjáveituaðgerðir framkvæmdar með aðstoð hjarta- og lungnavélar (HLV) og hjartað stöðvað með því að setja töng á rishluta ósæðar og köld kalíumrík lausn (*cardioplegia*) síðan gefin í kransæðar. Kransæðahjáveitu má hins vegar einnig framkvæma á sláandi hjarta (SH) (*off-pump coronary artery bypass*, OPCAB), en slík tækni við aðgerðina náði ekki teljandi útbreiðslu þar til um síðustu aldamót þegar sérhæfð og betri skurðverk-færi komu til sögunnar. Má þar nefna soggaffla sem minnkuðu hreyfingar hjartans og auðvelduðu þannig gerð kransæðafjar-

Á G R I P

Inngangur

Kransæðahjáveituaðgerð má bæði framkvæma með aðstoð hjarta- og lungnavélar og á sláandi hjarta. Flestar rannsóknir sem hafa borið saman þessar tvær aðferðir hafa beinst að skammtímaárangri. Í þessari rannsókn var því kannaður árangur þessara tveggja aðgerða með áherslu á langtímafylgikvilla og lifun.

Efniviður og aðferðir

Afturskyggn ferilrannsókn á 2337 kransæðahjáveituaðgerðum á Landspítala 2001–2021. Sjúklingum var skipt í tvo hópa eftir því hvort aðgerðirnar voru framkvæmdar með hjarta- og lungnavél (HLV-hópur, n=1940) eða á sláandi hjarta (SH-hópur, n=397). Líkindaskor með 1:1 pörun (377 pör) var notað til að bera saman fylgikvillana heilablóðfall, kransæðastíflu, kransæðavíkkun, endurhjáveituaðgerð og dauða, og þeir teknir saman í eina breytu: MACCE. Langtímalifun og MACCE-frí lifun voru áætlaðar með aðferð Kaplan-Meier og forspárþættir lifunar metnir með fjölþáttagreiningu Cox.

Niðurstöður

Fyrir pörun voru sjúklingar í HLV-hópi með útbreiddari kransæðasjúkdóm og hlutfallslega fleiri þeirra gengust undir bráða- eða neyðaraðgerð. Eftir pörun reyndist ekki marktækur munur við 10 ára eftirfylgd á uppsöfnuðu nýgengi kransæðavíkkana í SH- og HLV-hópi (14,0% sbr. 10,2%, p=0,110), kransæðastíflu (9,0% sbr. 8,0%, p=0,784), heilablóðfalla (4,6% sbr. 6,8%, p=0,290) né endurhjáveituaðgerða (0,9% sbr. 0,0%, p=0,090). Sama átti við um 10 ára MACCE-fría lifun (71,0% sbr. 71,4%, p=0,74) og heildarlifun (78,5% sbr. 73,2%, p=0,095). Í fjölþáttagreiningu reyndist heldur ekki marktækur munur á heildarlifun eftir aðgerðartækni (ÁH: 0,81; 95% ÖB: 0,60–1,09; p=0,156).

Ályktanir

Langtímaárangur kransæðahjáveituaðgerða á Íslandi er góður, bæði hvað varðar lifun og langtímafylgikvilla, hvort sem aðgerðin er framkvæmd á sláandi hjarta eða með aðstoð hjarta- og lungnavélar.

tenginga.⁵ Í kjölfarið náðu aðgerðir á SH aukinni útbreiðslu, bæði austan hafs og vestan, þar með talið hér á landi.⁶

Aðgerð á sláandi hjarta er talin tæknilega flóknari og því tímafrekari en aðgerð með HLV⁷, en hugsanlegur ávinningur hennar er lægri tíðni fylgikvilla sem taldir voru tengjast notkun HLV, eins og blæðing, blóðþurrð í heila, bráður nýrnaskaði og gáttatíf.⁸ Í fyrstu sýndu áhorfsrannsóknir fram á ávinning aðgerðar á SH⁹ en síðastliðinn áratug hefur fjöldi slembirannsókna ekki getað sýnt fram á betri árangur þeirra, hvorki til skemmri né lengri tíma.^{8,10,11} Hafa sumar þeirra jafnvel sýnt fram á hærri tíðni kransæðavíkkana eftir aðgerðir á SH og lakari langtímalíf.^{8,12,13} Þetta hefur átt sinn þátt í því að aðgerðum á SH hefur víða fækkað á síðastliðnum árum, ekki síst á Norðurlöndunum.¹⁴ Enn eru þó hjartaskurðeildir í Evrópu og Bandaríkjunum þar sem þorri hjáveituaðgerða er gerður á SH¹⁵ og er hún talin kjöraðgerð hjá sjúklingum með mikið kalk í rishluta ósæðar eða skerta nýrna-starfsemi.²

Hér á landi hefur skammtímaárangri kransæðahjáveituaðgerða á SH verið lýst áður í *Læknablaðinu*, en þar var hvorki litið til fylgikvilla né lífunar til lengri tíma.⁶ Auk þess skortir erlendar rannsóknir á langtímaárangri þessara aðgerða sem ná til heillar þjóðar. Markmið þessarar rannsóknar var því að skoða tíðni langtímafylgikvilla og lífun fyrir báðar þessar aðgerðartegundir hér á landi.

Efniviður og aðferðir

Gögn og leyfi

Klínískar upplýsingar voru fengnar úr gagnagrunni hjarta- og lungnaskurðeildar Landspítala sem inniheldur gögn um alla þá sjúklinga sem gengist hafa undir kransæðahjáveituaðgerð á Landspítala frá 1. janúar 2001 til 27. júní 2024. Til að tryggja að öll tilfelli hefðu verið tekin með var að auki leitað að aðgerðarnúmerum fyrir kransæðahjáveituaðgerð og notkun HLV í sjúkraskrárkerfi Landspítala og rafrænni aðgerðarskrá hjarta- og lungnaskurðeildar.

Áður en rannsókn hófst fengust tilskilin leyfi frá Persónuvernd, Vísindasiðanefnd og framkvæmdastjóra lækninga á Landspítala.

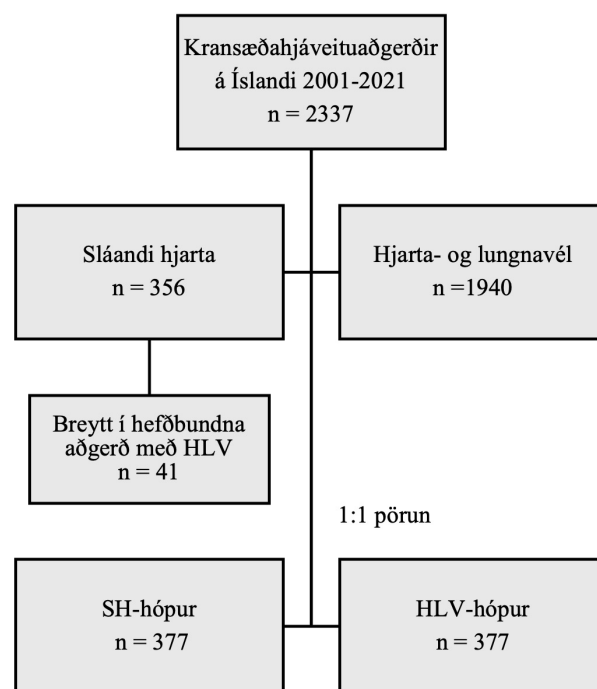
Þýði

Rannsóknin var afturskyggn og náði til allra sjúklinga sem gengust undir sína fyrstu kransæðahjáveituaðgerð (*primary CABG*) á hjarta- og lungnaskurðeild Landspítala frá 1. janúar 2001 til 31. desember 2021.

Rannsóknarþýðið tók til 2337 sjúklinga sem skipt var í tvo hópa eftir því hvort aðgerðin var framkvæmdar með aðstoð hjarta- og lungnavélar (HLV-hópur, n=1940) eða á sláandi hjarta (SH-hópur, n=397). Alls var 41 aðgerð á sláandi hjarta breytt yfir í hefðbundna aðgerð með HLV og voru þær aðgerðir taldar með SH-hópnum við útreikninga (*intention-to-treat*). Sjúklingum sem gengust undir aðra hjartaaðgerð samtímis kransæðahjáveitu var sleppt, ásamt 9 sjúklingum sem gengust undir aðgerð á SH en með aðstoð HLV. Mynd 1 sýnir flæðirit yfir rannsóknarþýðið.

Klínískar breytur

Upplýsingar um sjúklinga fengust úr sjúkraskrárkerfi í Sögukerfi



Mynd 1. Flæðirit yfir rannsóknarþýðið.

Landspítala og voru skráðar rafrænt í gagnagrunn hjarta- og lungnaskurðeildar. Þar má nefna lýðfræðilegar upplýsingar um kyn og aldur en einnig upplýsingar um áhættuþætti kransæðasjúkdóms og sjúkdómsbyrði, þar á meðal sögu um nýrnabilun og langvinna lungnateppu (LLT), en einnig fyrri sögu um kransæðastíflu, kransæðavíkkun, hjartabilun eða hjartsláttaróreglu.

Einkenni hjartabilunar voru metin út frá NYHA-flokkun (New York Heart Association)¹⁶ og einkenni um hjartaöng voru metin út frá CCS-flokkun (Canadian Cardiovascular Society).¹⁷ Þar að auki var EuroSCORE II (*European System for Cardiac Operative Risk Evaluation*) reiknað fyrir hvern og einn sjúkling, en það metur dánarlíkur innan 30 daga frá opinni hjartaaðgerð.¹⁸

Útbreiðsla kransæðasjúkdóms var metin út frá hjartaþræðingarsvörum og skráð hvort um væri að ræða eins, tveggja eða þriggja æða sjúkdóm, og/eða vinstri höfuðstofnsþrengsli. Farið var yfir ómsvör þar sem starfsemi vinstri slegils var metin út frá útstreymisbroti hans (*left ventricular ejection fraction*, LVEF).

Úr aðgerðarlýsingum voru fengnar upplýsingar um hvort aðgerðin hafi verið framkvæmd með aðstoð hjarta- og lungnavélar eða á sláandi hjarta. Aðgerðartími var skráður í mínútum og fjöldi fjaræðatenginga (*distal anastomosis*) og tegundir æðagræðlinga sem notaðir voru í aðgerðinni, en einnig hvort aðgerðin var valaðgerð, bráðaaðgerð (í sömu legu) eða neyðaraðgerð (innan 24 tíma frá innlögnum). Loks var legutími á gjörgæslu og heildardvöl á sjúkrahúsi eftir aðgerð skráð í heilum dögum.

Langtímafylgikvillar voru skilgreindir sem fylgikvillar greindir seinna en 30 dögum eftir aðgerð og tengdust hjarta- og æðakerfinu. Þeir voru heilablóðfall, kransæðastífla, kransæðavíkkun, endurhjáveituaðgerð og dauði. Þessir þættir voru síðan sameinaðir í eitt yfirheiti, MACCE (*major adverse cardiovascular and cerebrovascular events*), og skráðir í grunninn ásamt dagsetningu þeirra. Heilablóðfall var skilgreint sem einkenni sem vörðu

Tafla I. Samanburður á sjúklingum sem gengust undir kransæðahjáveituaðgerð á sláandi hjarta (SH-hópur) og með aðstoð hjarta- og lungnavélar (HLV-hópur), fyrir og eftir þörun. Gefinn er upp fjöldi (%) fyrir flokkabreytur en miðgildi og fjórðungaspönn fyrir talnabreytur.

	Fyrir þörun			Eftir þörun		
	HLV-hópur n = 1940	SH-hópur n = 397	SMD	HLV-hópur n = 377	SH-hópur n = 377	SMD
Bakgrunnspættir						
Aldur, ár	67,0 [61,0; 73,0]	67,0 [60,0; 73,0]	0,093	67,0 [61,0; 73,0]	66,0 [60,0; 73,0]	0,087
Karlkyn	1618 (83,4)	315 (79,3)	0,104	303 (80,4)	306 (81,2)	0,02
Líkamsþyngdarstuðull (kg/m²)	28,0 [25,5; 30,8]	28,1 [25,3; 31,0]	0,015	27,8 [25,2; 30,5]	28,1 [25,4; 31,0]	0,095
Langvinn lungnateppa (LLT)	145 (7,5)	31 (7,8)	0,013	29 (7,7)	30 (8,0)	0,01
Saga um nýrnabilun	112 (5,8)	17 (4,3)	0,068	16 (4,2)	16 (4,2)	<0,001
Hjartadrep við komu	587 (30,3)	104 (26,2)	0,09	88 (23,3)	98 (26,0)	0,062
Útfallsbrot vinstri slegils ≤30%	156 (8,0)	23 (5,8)	0,089	23 (6,1)	22 (5,8)	0,011
NYHA-flokkur III/IV	1112 (57,3)	266 (67,0)	0,201	246 (65,3)	254 (67,4)	0,045
EuroSCORE II	1,5 [1,0; 2,6]	1,4 [0,9; 2,3]	0,074	1,4 [0,9; 2,2]	1,4 [0,9; 2,3]	0,079
Þriggja æða sjúkdómur	1582 (81,5)	306 (77,1)	0,11	286 (75,9)	289 (76,7)	0,019
Þrengsli í vinstra höfuðstofni	792 (40,8)	185 (46,6)	0,117	182 (48,3)	170 (45,1)	0,064
Áhættupættir kransæðasjúkdóms						
Háþrýstingur	1291 (66,5)	248 (62,5)	0,085	244 (64,7)	231 (61,3)	0,071
Sykursýki	371 (19,1)	65 (16,4)	0,072	60 (15,9)	61 (16,2)	0,007
Blóðfíturöskun	1042 (53,7)	225 (56,7)	0,06	209 (55,4)	210 (55,7)	0,005
Saga um reykingar	434 (22,4)	86 (21,7)	0,017	92 (24,4)	80 (21,2)	0,076
Fjölskyldusaga	954 (49,2)	209 (52,6)	0,069	193 (51,2)	201 (53,3)	0,042
Aðgerðartengdir þættir						
Bráða- eða neyðaraðgerð	1112 (57,3)	167 (42,1)	0,309	178 (47,2)	166 (44,0)	0,064
Aðgerðartími	204,0 [180,0; 232,2]	220,0 [185,0; 260,0]	0,298	210,5 [190,0; 240,0]	219,0 [185,0; 255,0]	0,092
LIMA-græðlingur	1834 (94,5)	375 (94,5)	0,003	357 (94,7)	356 (94,4)	0,012
Fjaræðatengingar	3,0 [3,0; 4,0]	3,0 [3,0; 4,0]	0,056	4,0 [3,0; 4,0]	3,0 [3,0; 4,0]	0,103
Aðgerðarár	2010,0 [2005,0; 2014,0]	2006,0 [2004,0; 2009,0]	0,735	2006,0 [2003,0; 2009,0]	2006,0 [2004,0; 2009,0]	0,012

lengur en 24 klukkustundir og blóðþurrðarbreytingar staðfestar með tölvusneiðmynd eða segulómun af heila. Kransæðastífla var skilgreind sem hækkun á hjartavísum og/eða breytingum á hjartalínuriti eða ef lokun á græðlingum sást á myndgreiningar-rannsókn, oftast þræðingu af kransæðum.

Tölfræðiúrvinnsla

Allir tölfræðiútreikningar voru gerðir í forritinu RStudio, útgáfu 2025.05.1+513 (R foundation for Statistical Computing, Vín, Austurríki) og miðast marktæki við p-gildi <0,05. Fyrir flokkabreytur var stuðst við fjölda og hlutföll í prósentum en fyrir talnabreytur voru notuð miðgildi með fjórðungaspönn. Við samanburð hópa var kí-kvaðrat-próf notað fyrir flokkabreytur og t-próf eða Mann-Whitney U-próf fyrir talnabreytur.

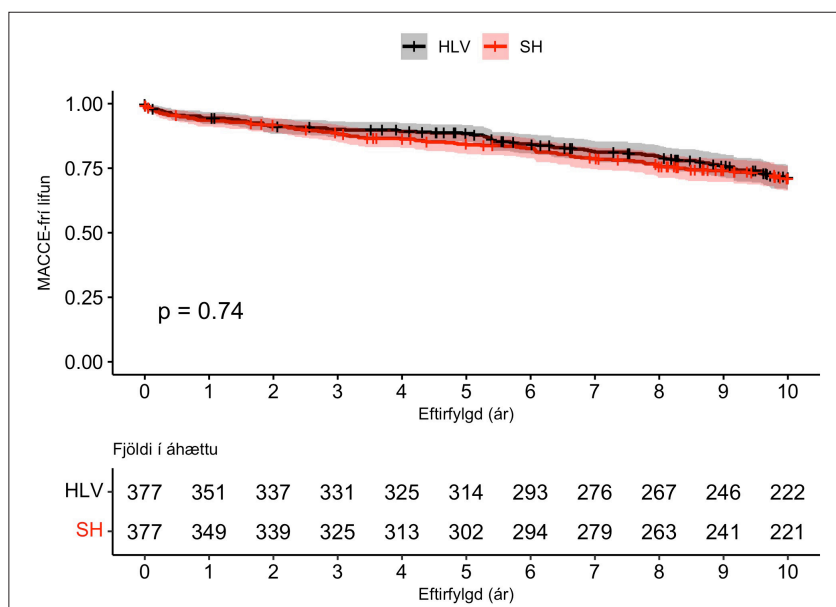
Framkvæmd var 1:1-þörun á SH-hópi og HLV-hópi með til-liti til líkindaskors (*propensity score*) sem byggði á breytum fyrir aðgerð ásamt aðgerðartengdum þáttum. Áhrifastærð (*standardized*

mean difference, SMD) >0,1 var notuð til að ákvarða hvaða breyt-ur átti að para fyrir, en þær voru kyn, aðgerðarár, aðgerðartími, NYHA-flokkur III/IV, þriggja æða sjúkdómur, vinstri höfuðstofs-þrengsli og hvort sjúklingur gekkst undir bráða- eða neyðarað-gerð. Þörun var framkvæmd með næsta nágranna (*nearest neigh-bor*) aðferðinni sem gaf af sér bestu þörunina milli hópa (tafla I).

Reiknað var uppsafnað nýgengi (*cumulative incidence*) lang-tímafylgikvilla í hvorum hóp fyrir sig með 1-Kaplan-Meier-aðferðinni, bæði fyrir og eftir þörun. Aðferð Kaplan-Meier og log-rank-próf voru síðan notuð til að áætla heildarlífun (*overall survival*) og MACCE-fría lífun milli hópa. Fjölpáttagreining með Cox-aðhvarfsgreiningu (*Cox multivariate analysis*) var notuð á paraða þýðinu til að leiðrétta fyrir breytum með þekkt klínískt vægi, það er aldur, kyn, líkamsþyngdarstuðull, langvinn lungna-teppa, nýrnabilun, sykursýki, útfallsbrot vinstri slegils ≤30%, EuroSCORE II, þriggja æða sjúkdómur og ef sjúklingar gengust undir bráða- eða neyðaraðgerð.

Tafla II. Uppsafnað nýgengi langtímafylgikvilla sem tengdust hjarta- og æðakerfinu (MACCE) eftir 10 ár, bæði fyrir og eftir þörun.

	Fyrir þörun			Eftir þörun		
	HLV-hópur n = 1940	SH-hópur n = 397	p-gildi	HLV-hópur n = 377	SH-hópur n = 377	p-gildi
MACCE (%)						
Kransæðavíkkun	9,7	13,6	0,020	10,2	14,0	0,110
Dauði	10,3	9,5	0,780	9,7	13,6	0,312
Kransæðastífla	8,1	8,5	0,944	8,0	9,0	0,784
Heilablóðfall	6,9	4,7	0,170	6,8	4,6	0,290
Endurhjáveituaðgerð	0,2	0,9	0,101	0,0	0,9	0,090



Mynd 2. 10 ára MACCE-frí lifun sjúklinga sem gengust undir kransæðahjáveituaðgerð á Íslandi 2001-2021 eftir þörun, bæði á sláandi hjarta og með aðstoð hjarta- og lungnavélar.

Niðurstöður

Alls gengust 2337 sjúklingar úr rannsóknarþýðinu undir kransæðahjáveituaðgerð, 1940 á HLV og 397 á SH, þar af voru 1933 (83%) karlar og 404 konur (17%). Að meðaltali voru gerðar 111 aðgerðir á hverju ári, flestar árið 2008 þegar gerðar voru 160 aðgerðir en færast árið 2021 þegar einungis voru gerðar 46 aðgerðir. Aðgerðum fækkaði á tímabilinu, þar sem við upphaf rannsóknartímabilsins voru gerðar um 42 aðgerðir á hverja 100.000 íbúa, en þeim fækkaði í tæplega 13 aðgerðir á hverja 100.000 íbúa árið 2021. Heilt yfir voru 17% aðgerðanna gerðar á SH, flestar á árunum 2001 til 2010, og náði fjöldi þeirra 48 árið 2005.

Í töflu I sést samanburður á sjúklingum í SH- og HLV-hópi, bæði fyrir og eftir þörun. Fyrir þörun var aldur sambærilegur í hópunum en karlar voru ívið fleiri í HLV-hópi. Einnig var þriggja æða sjúkdómur algengari í HLV-hópi og fleiri sem gengust undir bráða- eða neyðaraðgerð. Hlutfallslega fleiri sjúklingar í SH-hópi voru með hærri NYHA-skor, oftast þrengsli í vinstra höfuðstofni og heildaraðgerðartími þeirra var lengri. Paraða þýðið samanstóð af 754 sjúklingum, 377 í hvorum hópi, sem reyndust sambærilegir fyrir alla þættina sem sýndir eru í töflu I.

Uppsafnað nýgengi langtímafylgikvilla sem tengdust hjarta- og æðakerfinu, það er heilablóðfalls, kransæðastífla, kransæðavíkkunar, endurhjáveituaðgerðar og dauða, er sýnt í töflu II.

Fyrir þörun reyndist marktækur munur á uppsöfnuðu nýgengi

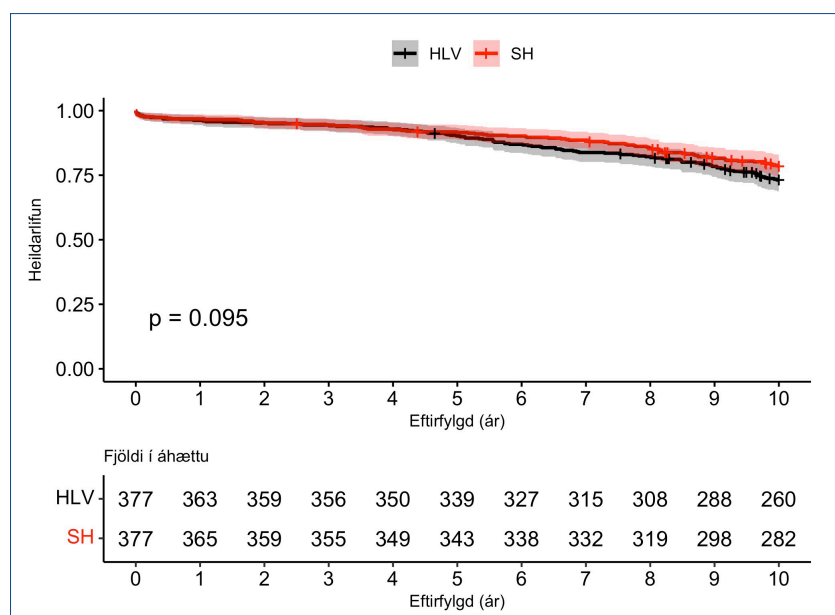
kransæðavíkkana, en eftir 10 ár voru fleiri í SH-hópi sem gengust undir kransæðavíkkun eftir aðgerð, eða 13,6% samanborið við 9,7% í HLV-hópi ($p=0,020$). Uppsafnað nýgengi kransæðastíflna var í kringum 8% og uppsafnað nýgengi heilablóðfalla í kringum 6%, sem hvort tveggja var sambærilegt í hópunum. Sama átti við um dauða af völdum hjarta- og æðasjúkdóma, sem var um 10% í báðum hópum og hlutfall endurhjáveituaðgerða sem var innan við 1%.

Tafla II sýnir að eftir þörun reyndist ekki marktækur munur á uppsöfnuðu nýgengi langtímafylgikvilla milli hópanna. Fylgikvillar virtust þó ívið tíðari í SH-hópnum, að undanskildu uppsöfnuðu nýgengi heilablóðfalla, sem var hærri í HLV-hópi, eða 6,8% samanborið við 4,6% ($p=0,090$).

Samkvæmt Kaplan-Meier-lifunargreiningu reyndist ekki marktækur munur á MACCE-frírri lifun hópanna, en hún var 86,8% (95% ÖB: 85,3-88,4) í HLV-hópi og 84,4% (95% ÖB: 80,8-88,0) í SH-hópi eftir fimm ár, en 73,3% (95% ÖB: 71,1-75,5) og 71,1% (95% ÖB: 66,6-75,8) eftir 10 ár fyrir þörun (log-rank-próf, $p=0,28$).

Eftir þörun var MACCE-frí lifun 88,4% (95% ÖB: 85,2-91,7) í HLV-hópi og 84,3% (95% ÖB: 80,7-88,1) í SH-hópi eftir fimm ár, en 71,4% (95% ÖB: 66,8-76,3) og 71,0% (95% ÖB: 66,4-75,8) eftir 10 ár (log-rank próf, $p=0,74$) (mynd 2).

Fyrir þörun var fimm ára heildarlifun 88,7% (95% ÖB: 87,3-



Mynd 3. 10 ára heildarlífur sjúklinga sem gengust undir kransæðahjáveituaðgerð á Íslandi 2001-2021 eftir pörum, bæði á sláandi hjarta og með aðstoð hjarta- og lungnavélar.

Tafla III. Helstu forspárbættir fyrir dánartíðni.

Forspárbættir	Áhættuhlutfall	95% öryggisbil	p-gildi
Aldur	1,10	1,07-1,12	<0,001
Karlkyn	1,00	0,70-1,44	0,986
Líkamsþyngdarstuðull	0,99	0,96-1,03	0,576
Langvinn lungnateppa (LLT)	1,92	1,25-2,93	0,003
Nýrnabilun	2,98	1,87-4,76	<0,001
Sykursýki	1,38	0,94-2,02	0,097
Útfallsbrot vinstri slegils ≤30%	2,26	1,39-3,67	0,001
EuroSCORE II	1,05	1,01-1,10	0,010
Þriggja æða sjúkdómur	1,01	0,69-1,47	0,973
Bráða- eða neyðaraðgerð	0,77	0,56-1,06	0,112
SH	0,81	0,60-1,09	0,156

90,1) í HLV-hópi en 91,2% (95% ÖB: 88,4-94,0) í SH-hópi og 10 ára heildarlífur var 73,4% (95% ÖB: 71,3-75,5) og 78,4% (95% ÖB: 74,4-82,5) (log-rank-próf, $p=0,042$).

Eftir pörum reyndist þó ekki marktækur munur á heildarlífur milli hópa þar sem fimm ára heildarlífur var 90,2% (95% ÖB: 87,2-93,2) í HLV-hópi en 91,5% (95% ÖB: 88,7-94,4) í SH-hópi og 10 ára heildarlífur var 73,2% (95% ÖB: 68,8-77,8) og 78,5% (95% ÖB: 74,5-82,8) (log-rank-próf, $p=0,095$) (mynd 3).

Tafla III sýnir Cox-fjölpáttagreiningu á forspárbáttum 10 ára heildarlífunar eftir pörum. Nýrnabilun reyndist langsterkasti sjálfstæði forspárbátturinn fyrir verri 10 ára lífun, en lægra útfallsbrot vinstri slegils, langvinn lungnateppa, hærri aldur og EuroSCORE II tengdust einnig marktækt hærri dánarlutfalli. Eftir leiðréttingu reyndist ekki marktækur munur á 10 ára heildarlífur eftir aðgerðartegund (ÁH: 0,81; 95% ÖB: 0,60-1,09; $p=0,156$).

Umræða

Þessi rannsókn sýnir að langtímaárangur kransæðahjáveituaðgerða á Íslandi er góður, hvort sem aðgerðin er framkvæmd á

SH eða með aðstoð HLV, en 10 árum frá aðgerð reyndust 76% sjúklinga á lífi og 71% þeirra höfðu ekki fengið neina langtímafylgikvilla.

Fjöldi aðgerða og hlutfall aðgerða á sláandi hjarta

Kransæðahjáveituaðgerðum fækkaði töluvert á rannsóknartímabilinu, eða úr 42 í 13 aðgerðir á hverja 100.000 íbúa á ári. Til samanburðar voru gerðar um 41 kransæðahjáveituaðgerðir á hverja 100.000 íbúa árið 2008 í Svíþjóð, sem er sambærilegt við Ísland, en árið 2021 var fjöldinn 21 aðgerðir á hverja 100.000 íbúa á ári, sem er 60% fleiri aðgerðir en á Íslandi.¹⁴ Ekki er ljóst af hverju þessi munur stafar en svo virðist sem kransæðahjáveituaðgerðum hafi fækkað upp úr Covid-19 faraldrinum 2019 og þær ekki náð aftur fyrri fjölda. Fækkun kransæðahjáveituaðgerða almennt á Norðurlöndum má þó aðallega rekja til frampróunar í kransæðavikkunum en einnig vegna framfara í lyfjameðferð.¹⁹

Hlutfall aðgerða á SH er hátt hérlandis miðað við hin Norðurlöndin en þær reyndust 17% kransæðahjáveita á tímabilinu öllu en árið 2005 voru þær 32% aðgerðanna. Þeim fór síðan fækkandi og í dag eru þær innan við 1% hjáveituaðgerða á Landspítala. Til samanburðar voru 4% kransæðahjáveituaðgerða í Svíþjóð fram-

kvæmdar á SH árið 2005 en þar hefur þeim sömuleiðis fækkað og síðastliðinn áratug hafa þær verið undir 1% kransæðahjáveituaðgerða.¹⁴

Ástæða þessarar fækkunar er ekki augljós en líklega skiptir máli að aðgerð á SH er tæknilega flóknari og að fyrri slembirannsóknir hafa ekki sýnt fram á ávinning þeirra samanborið við aðgerðir framkvæmdar með aðstoð HLV.

MACCE-frí lifun

Ekki reyndist munur á MACCE-frírri lifun og var hún rúmlega 71% í báðum hópum 10 árum frá aðgerð. Þetta er umtalsvert betri lifun en í eldri íslenskri rannsókn á kransæðahjáveituaðgerðum frá 2017, sem tók til 1622 sjúklinga sem skornir voru 2001-2012, en þá mældist hún 60% 10 árum frá aðgerð.²⁰ Ekki er augljós skýring á þessari jákvæðu aukningu í MACCE-frírri lifun hér á landi en bætt skurðtækni og öflugri lyfjameðferð eftir aðgerðirnar gætu haft þýðingu.

Uppsafnað nýgengi MACCE fimm árum frá aðgerð reyndist 14%, sem er lægra en í flestum erlendum rannsóknum. Sem dæmi má nefna að í SYNTAX-rannsókninni mældist heildartíðni MACCE fimm árum frá aðgerð 26,9%²¹ og var sama skilgreining notuð á MACCE í báðum rannsóknunum, en skráning fylgikvilla í SYNTAX-rannsókninni var framskyggn og því nákvæmari en í okkar afturskyggnu rannsókn.

Tvær stærstu slembirannsóknirnar sem hafa borið saman árangur aðgerða á SH við hefðbundna hjáveituaðgerð með HLV eru ROOBY (Randomized On/Off Bypass) rannsóknin með 2203 sjúklingum⁷ og CORONARY (CABG Off- or On-Pump Revascularization Study) með 4752 sjúklingum.¹⁰ Í CORONARY-rannsókninni reyndist tíðni MACCE sömuleiðis hærri en í okkar rannsókn, eða í kringum 23% í báðum hópum fimm árum frá aðgerð.¹⁰ ROOBY-rannsóknin sýndi hins vegar fram á síðri langtímaárangur aðgerða á SH og var nýgengi MACCE marktækt hærra í SH-hópi fimm árum frá aðgerð, eða 31,0% borið saman við 27,1% í HLV-hópi.²² Var hærra nýgengi MACCE aðallega skýrt með hærri tíðni hjartaáfalla og enduraðgerða ári frá aðgerð, auk þess sem hlutfall græðlinga sem héldust opnir ári frá aðgerð reyndist lægra en hjá sjúklingum í HLV-hópi.⁷ Niðurstöður ROOBY-rannsóknarinnar voru þó gagnrýndar, meðal annars fyrir það að þeir skurðlæknar sem tóku þátt í aðgerðum á SH þurftu aðeins að hafa framkvæmt 20 slíkar aðgerðir, sem þykir lágt miðað við þann tíma sem tekur að tileinka sér aðgerðartæknina.⁷

Engu að síður er ljóst að tíðni MACCE í okkar rannsókn er í lægri kantinum samanborið við sambærilegar erlendar rannsóknir.

Langtímafylgikvillar (MACCE)

Af langtímafylgikvillum reyndist kransæðavíkkun eftir aðgerð algengasti fylgikvillinn í báðum hópum, en þar á eftir komu dauði af völdum hjarta- og æðasjúkdóma, kransæðastífla, heilablóðfall og loks endurhjáveituaðgerð, sem reyndist afar sjaldgæf (<1%) í báðum hópum.

Fyrir pörun var einungis marktækur munur á uppsöfnuðu nýgengi kransæðavíkkana sem reyndist algengara í SH-hópi (13,6% sbr. 9,7%, $p=0,020$). Eftir pörun var ekki marktækur munur á tíðni neinna af þessum fylgikvillum í hópunum tveimur, nema hvað kransæðavíkkun eftir aðgerð á SH virtist ívið algengari (14,0%

sbr. 10,2%, $p=0,110$) en uppsafnað nýgengi heilablóðfalls hins vegar hærra í HLV-hópi (6,8% sbr. 4,6%, $p=0,290$). Eftir pörun var ekki marktækur munur á tíðni neinna af þessum fylgikvillum í hópunum tveimur, nema hvað kransæðavíkkun eftir aðgerð á SH reyndist algengari (14,0% sbr. 10,2%, $p=0,110$) en uppsafnað nýgengi heilablóðfalls hins vegar hærra í HLV-hópi (6,8% sbr. 4,6%, $p=0,290$).

Svipuðum niðurstöðum hefur verið lýst áður í óslembaðri rannsókn frá 2018 sem bar saman árangur þessara tveggja aðgerða, en þar reyndist uppsafnað nýgengi kransæðavíkkana einnig hærra eftir aðgerðir á SH, eða 14,7% samanborið við 13,3% 10 árum frá aðgerð.²³ Í ROOBY-rannsókninni reyndist hins vegar ekki vera marktækur munur á tíðni kransæðavíkkana 10 árum frá aðgerð, en hún var þó örlítið hærri í SH-hópi, eða 19% samanborið við 18,3% eftir aðgerðir á HLV.¹¹ Annars hefur tíðni kransæðavíkkana í flestum rannsóknum verið í kringum 12% 10 árum frá kransæðahjáveituaðgerð.^{24,25}

Í sambærilegum erlendum rannsóknum hefur tíðni heilablóðfalla verið í kringum 6% 10 árum frá aðgerð og ekki marktækur munur milli hópa.²³ Í sumum rannsóknum má sjá tilhneigingu til hærri tíðni heilablóðfalla eftir aðgerðir á HLV, eins og í CORONARY-rannsókninni, eða 2,8% í HLV-hópi samanborið við 2,3% í SH-hópi¹⁰ eftir fimm ár, þó að munurinn hafi ekki verið marktækur.

Endurhjáveituaðgerðir reyndust áberandi fáar, eða aðeins þrír sjúklingar í SH-hópi (0,9%) úr paraða þýðinu við 10 ára eftirfylgd. Þetta er heldur lægra hlutfall en í öðrum sambærilegum rannsóknum þar sem tíðni endurhjáveituaðgerða er oftast í kringum 2%.^{11,19} Fjöldi rannsókna hefur sýnt að sjúklingar sem gangast undir aðgerð á SH eru í aukinni hættu á enduraðgerð, kransæðavíkkun eða endurhjáveituaðgerð, og það jafnvel strax ári frá aðgerð.^{8,12} Er það yfirleitt rakið til þess að aðgerð á SH er tæknilega flóknari, sérstaklega við gerð fjaræðatenginga á undirvegg hjartans.¹⁵

Uppsafnað nýgengi kransæðastífla var á bilinu 8% til 9% í báðum hópum, sem er ívið lægra hlutfall en í erlendum rannsóknum þar sem það er oftast nær 10%.²⁶ Við samanburð rannsókna verður þó að hafa í huga að oft skortir nákvæmar langtímaupplýsingar um tíðni kransæðastífla og skilgreiningin á kransæðastíflu getur verið breytileg eftir rannsóknum, sem hefur áhrif á tíðni hennar. Í okkar rannsókn var leitað að tilfellosum á öllum sjúkrahúsum landsins, auk þess sem athugað var hvort langtímafylgikvillar hefðu gert vart við sig. Því verður að teljast líklegt að flest tilfelli kransæðastífla hafi verið tekin með í þessari rannsókn, enda sjúklingar sem greinast með kransæðastíflu undantekningarlaust lagðir inn.

Langtímalifun

Lifun eftir kransæðahjáveituaðgerð hérlendis er góð og í samræmi við erlendar rannsóknir, þar sem lifun hefur almennt verið í kringum 77% 10 árum frá aðgerð.^{27,28}

Ekki reyndist marktækur munur á 10 ára heildarlifun eftir pörun, sem var 73,2% í HLV-hópi og 78,5% í SH-hópi ($p=0,095$). Fyrir pörun reyndist þó lifun í HLV-hópi ívið síðri, eða 73,4% borið saman við 78,4% ($p=0,042$), sem var viðbúið þar sem sjúklingar í HLV-hópi voru oftast með alvarlega fylgisjúkdóma eins og nýrnabilun, sem er einn sterkasti áhættuþáttur síðri lifunar eftir

ir kransæðahjáveitu.²⁷ Auk þess voru sjúklingar í HLV-hópi með útbreiddari kransæðasjúkdóm og gengust oftar undir bráða- eða neyðaraðgerð.

Í CORONARY-rannsókninni, sem lauk eftir fimm ár, reyndist lifun einnig sambærileg milli hópa¹⁰ og sama átti við um ROO-BY-rannsóknina, en þar reyndist lifun í báðum hópum lægri en í okkar rannsókn, eða 66% eftir aðgerðir á SH samanborið við 69% eftir aðgerðir á HLV við 10 ára eftirfylgd.¹¹

Margar rannsóknir hafa þó sýnt fram á síðri lifun eftir aðgerðir á SH^{8,12,29} og rökstyðja það meðal annars með aukinni tíðni enduraðgerða eftir slíkar aðgerðir.¹² Þær eru áhættumeiri og tengjast hærri dánartíðni, sem getur haft áhrif á langtímalifun.¹⁹ Þá hafa rannsóknir einnig bent til þess að reynsla skurðlæknis og færni hans til að sauma góðar fjaræðatengingar á SH skipti lykilmáli til að ná góðum langtímaárangri eftir aðgerðir á SH enda fjartengingar flóknari en við aðgerð með HLV.³⁰

Styrkleikar og takmarkanir rannsókna

Helsti styrkleiki þessarar rannsóknar er að hún tekur til allra sjúklinga sem gengust undir sína fyrstu kransæðahjáveituaðgerð hjá heilli þjóð á 20 ára tímabili og byggir á ýtarlegum gagnagrunni hjarta- og lungnaskurðeildar Landspítala. Allar aðgerðirnar voru framkvæmdar á sömu stofnun af tiltölulega fáum skurð-

læknum sem eykur samleitni rannsóknarþýðisins. Auk þess tryggði þörun sjúklingahópsins með líkindaskori að hóparnir væru sambærilegir, sem gerir samanburð hópa áreiðanlegri.

Veikleiki rannsóknarinnar er að hún er afturskyggn þar sem upplýsingar um sjúklinga eru ekki jafn nákvæmar og í framskyggnri rannsókn. Auk þess var rannsóknin óslembuð en með því að nota þörun með líkindaskori náðist að gera hópana mun sambærilegri. Engu að síður er ljóst að með þessari aðferðafræði er ekki hægt að leiðrétta fyrir öllum áhrifabreytum, líkt og í framsýnni rannsókn. Þótt leiðrétt hafi verið fyrir flestum þekktum áhrifabreytum var ekki unnt að leiðrétta fyrir reynslu skurðlæknis og þeirri staðreynd að aðeins sumir skurðlæknanna framkvæmdu aðgerðir á SH.

Lokaorð

Langtímaárangur kransæðahjáveituaðgerða á Íslandi virðist samkvæmt þessari afturskyggnu rannsókn góður, bæði hvað varðar lifun og langtímafylgikvilla, hvort sem aðgerðin er framkvæmd á SH eða með aðstoð HLV. Ekki reyndist munur á MACCE-frírri lifun né heildarlifun eftir aðgerðartækni í paraða þýðinu og tíðni langtímafylgikvilla var í flestum tilvikum sambærileg eða ívið lægri en í erlendum rannsóknum.

Heimildir

- Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: The Task Force on the Management of Stable Coronary Artery Disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013;34:2949-3003.
- Barner HB. Operative treatment of coronary atherosclerosis. *Ann Thorac Surg* 2008;85:1473-82.
- Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes. *N Engl J Med* 2012;367:2375-84.
- Sun LY, Gaudino M, Chen RJ, et al. Long-term outcomes in patients with severely reduced left ventricular ejection fraction undergoing percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting. *JAMA Cardiol* 2020;5:631-41.
- Verma S, Fedak PWM, Weisel RD, et al. Off-pump coronary artery bypass surgery. *Circulation* 2004;109:1206-11.
- Sigurjonsson H, Helgadóttir S, Oddsson SJ, et al. [Outcome of myocardial revascularisation in Iceland]. *Laeknabladid* 2012;98:451-6.
- Shroyer AL, Grover FL, Hattler B, et al. On-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009;361:1827-37.
- Puskas JD, Martin J, Cheng DCH, et al. ISMICS consensus conference and statements of randomized controlled trials of off-pump versus conventional coronary artery bypass surgery. *Innovations (Phila)* 2015;10:219-29.
- Gold JP, Wasnick J, Maldarelli W, et al. Selective use of off-pump coronary bypass surgery reduces mortality and neurologic morbidity associated with high-risk coronary bypass surgery: a 400-case comparative experience. *Heart Surg Forum* 2004;7:E562-8.
- Lamy A, Devereaux PJ, Prabhakaran D, et al. Five-year outcomes after off-pump or on-pump coronary-artery bypass grafting. *N Engl J Med* 2016;375:2359-68.
- Quin JA, Wagner TH, Hattler B, et al. Ten-year outcomes of off-pump vs on-pump coronary artery bypass grafting in the Department of Veterans Affairs. *JAMA Surg* 2022;157:303-10.
- He L, Tiemuerniyazi X, Chen L, et al. Clinical outcomes of on-pump versus off-pump coronary-artery bypass surgery: a meta-analysis. *Int J Surg* 2024;110:5063-70.
- Moller CH, Penninga L, Wetterslev J, et al. Clinical outcomes in randomized trials of off- vs. on-pump coronary artery bypass surgery: systematic review with meta-analyses and trial sequential analyses. *Eur Heart J* 2008;29:2601-16.
- SWEDHEART. SWEDHEART annual report 2021. 2022.
- Ofoegbu CKP, Manganyi RM. Off-pump coronary artery bypass grafting: is it still relevant? *Curr Cardiol Rev* 2022;18:e271021197431.
- New York Heart Association, Harvey RM, editors. Nomenclature and criteria for diagnosis of diseases of the heart and great vessels. 7th ed. Boston: Little, Brown; 1973.
- Campeau L. Letter: Grading of angina pectoris. *Circulation* 1976;54:522-3.
- Nashef SAM, Roques F, Sharples LD, et al. EuroSCORE II. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012;41:734-45.
- Aldea GS, Mokadam NA, Melford R, et al. Changing volumes, risk profiles, and outcomes of coronary artery bypass grafting and percutaneous coronary interventions. *Ann Thorac Surg* 2009;87:1828-38.
- Johannesdóttir H, Arnadóttir LO, Adalsteinsson JA, et al. Favourable long-term outcome after coronary artery bypass grafting in a nationwide cohort. *Scand Cardiovasc J* 2017;51:327-33.
- Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised clinical SYNTAX trial. *Lancet* 2013;381:629-38.
- Shroyer AL, Hattler B, Wagner TH, et al. Five-year outcomes after on-pump and off-pump coronary-artery bypass. *N Engl J Med* 2017;377:623-32.
- Chikwe J, Lee T, Itagaki S, et al. Long-term outcomes after off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting by experienced surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2018;72:1478-86.
- Sabik JF, Blackstone EH, Gillinov AM, et al. Occurrence and risk factors for reintervention after coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2006;114:1454-1460.
- Kumar A, Wagener JF, Wojdyla D, et al. Lower repeat revascularization rates among patients with prior coronary artery bypass graft surgery are due to lack of adequate target vessels. *J Invasive Cardiol* 2018;30:51-5.
- Megaly M, Sedhom R, Elbadawi A, et al. Trends and outcomes of myocardial infarction in patients with previous coronary artery bypass surgery. *Am J Cardiol* 2022;179:11-17.
- Chua TKT, Gao F, Chia SY, et al. Long-term mortality after isolated coronary artery bypass grafting and risk factors for mortality. *J Cardiothorac Surg* 2024;19:429.
- Thuijs DJFM, Kappetein AP, Serruys PW, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomised controlled SYNTAX trial. *Lancet* 2019;394:1325-34.
- Moller CH, Penninga L, Wetterslev J, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting for ischaemic heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;2012:CD007224.
- Naito S, Demal TJ, Sill B, et al. Impact of surgeon experience and centre volume on outcome after off-pump coronary artery bypass surgery: results from the European Multicenter Study on Coronary Artery Bypass Grafting (E-CABG) Registry. *Heart Lung Circ* 2023;32:387-94.

ENGLISH SUMMARY

doi 10.17992/ibl.2026.10.912

Long-term outcomes after Off-Pump versus On-Pump coronary artery bypass grafting in Iceland

Kristjana Lind Olafsdóttir¹

Luis Gisli Rabelo²

Boðvar Pall Asgeirsson¹

Matthildur Maria Magnúsdóttir¹

Sigurdur Ragnarsson³

Tomas Gudbjartsson^{1,2}
¹Faculty of Medicine, University of Iceland, ²Department of Cardiothoracic Surgery, Landspítali University Hospital, ³Department of Cardiothoracic Surgery, Skåne University Hospital

Correspondence: Kristjana Olafsdóttir, kl012@hi.is

Key words: Coronary artery bypass grafting (CABG), off-pump coronary artery bypass (OPCAB), complications, survival, major adverse cardiac and cerebrovascular events (MACCE), propensity score matching

Introduction: Most studies comparing Off-pump and On-pump coronary artery bypass grafting (CABG) have primarily focused on short-term outcomes. The aim of this study was therefore to evaluate and compare long-term complications and survival between these surgical approaches.

Material and methods: This retrospective study included 2337 patients who underwent primary isolated CABG in Iceland between 2001-2021; 397 (17.0%) performed Off-Pump and 1940 (83.0%) On-Pump. The complications stroke, myocardial infarction (MI), percutaneous coronary intervention (PCI), repeat CABG and death; combined as major adverse cardiovascular and cerebrovascular events (MACCE), were compared between the groups after 1:1 propensity score matching (377 pairs). Long-term survival and MACCE-free survival were estimated using the Kaplan-Meier method and multivariable Cox regression.

Results: Before matching, patients in the On-Pump group had more extensive coronary artery disease and were more often operated on acutely. At 10-year follow-up, the cumulative incidence of PCI (14.0% in the Off-Pump group vs. 10.2% in the On-Pump group, $p=0.110$), MI (9.0% vs. 8.0%, $p=0.784$), stroke (4.6% vs. 6.8%, $p=0.090$) and repeat CABG (0.9% vs. 0.0%, $p=0.090$) were comparable between groups in the matched cohort. MACCE-free survival (71.0% in the Off-Pump group vs. 71.4% in the On-Pump group, $p=0.74$) and overall survival (78.5% vs. 73.2%, $p=0.095$) at 10 years was also comparable between groups. Furthermore, multivariate analysis showed similar overall survival for both surgical techniques (HR: 0.81; 95%-CI: 0.60-1.09; $p=0.156$).

Conclusions: The long-term outcomes following CABG in Iceland are favorable for both Off-pump and On-pump procedures, both in terms of survival and long-term complications.

Félags
íslenskra
heimilislækna

Vísinda- og þróunarstyrkir
Haustúthlutun 2026

Vísindasjóður Félags íslenskra heimilislækna (FÍH) úthlutar styrkjum til vísinda- og þróunarverkefna á sviði heilsugæslu tvisvar á ári. Lögð er áhersla á að styrkja rannsóknir í heimilislækningum, um heimilislækningar og á forsendum heimilislækninganna sjálfra.

Sjóðurinn veitir einnig sérstaka starfsstyrki til slíkrar vinnu.

Umsóknir um haustúthlutun fyrir **styrkárið 2026** þurfa að berast sjóðnum fyrir **21. nóvember** næstkomandi. Umsóknir sem berast eftir þann tíma verða ekki teknar til greina.

Umsóknum ber að skila rafrænt til sjóðsins á netfangið **mot@hi.is**, ásamt rannsóknar- og fjárhagsáætlunum og framgangsskýrslu ef um endurumsókn sama verkefnis er að ræða.

Umsóknareyðublað er að finna á innra neti heimasíðu Læknafélagsins, **www.lis.is**, á heimasvæði FÍH.

Starfsstyrkir geta verið allt frá 1 til 6 mánaða í senn. Upphæð starfsstyrks miðast við fasta upphæð sem svarar til dagvinnulauna styrkþega og er þá tekið mið af menntun og starfsaldri, þó aldrei hærri en sem svarar

dagvinnulaunum yfirlækis í heilsugæslu. Sé styrkþegi starfandi á heilbrigðisstofnun innan heilsugæslunnar leggur stjórn Vísindasjóðsins til að styrkurinn verði greiddur beint til þeirrar stofnunar. Á móti komi að forsvarsmenn stofnunarinnar sjái til þess að styrkþegi haldi áfram starfi sínu, óbreyttum launum og réttindum, en fái jafnframt tíma til að sinna rannsóknarstörfum á dagtíma. Sjóðurinn veitir að jafnaði starfsstyrki til verkefna sem krefjast minnst tveggja mánaða vinnu eða meir.

Við mat á umsóknum er lögð áhersla á að rannsóknarverkefnið sé á forsendum heilsugæslunnar. Sé um vísindaverkefni að ræða er einnig lögð áhersla á tengsl rannsakennda við heimilislæknisfræði Háskóla Íslands eða aðra akademíska háskólastofnun í heimilislækningum.

Nánari upplýsingar veitir
Margrét Ólafía Tómasdóttir (mot@hi.is)

Stjórn Vísindasjóðs FÍH