

Klīniskais algoritms

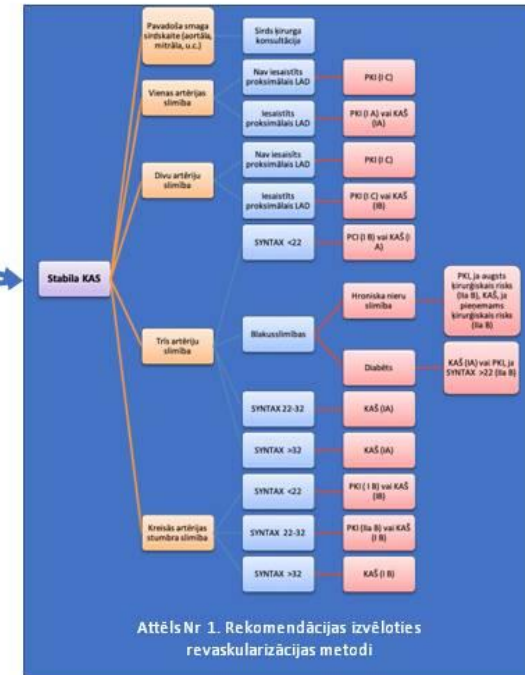
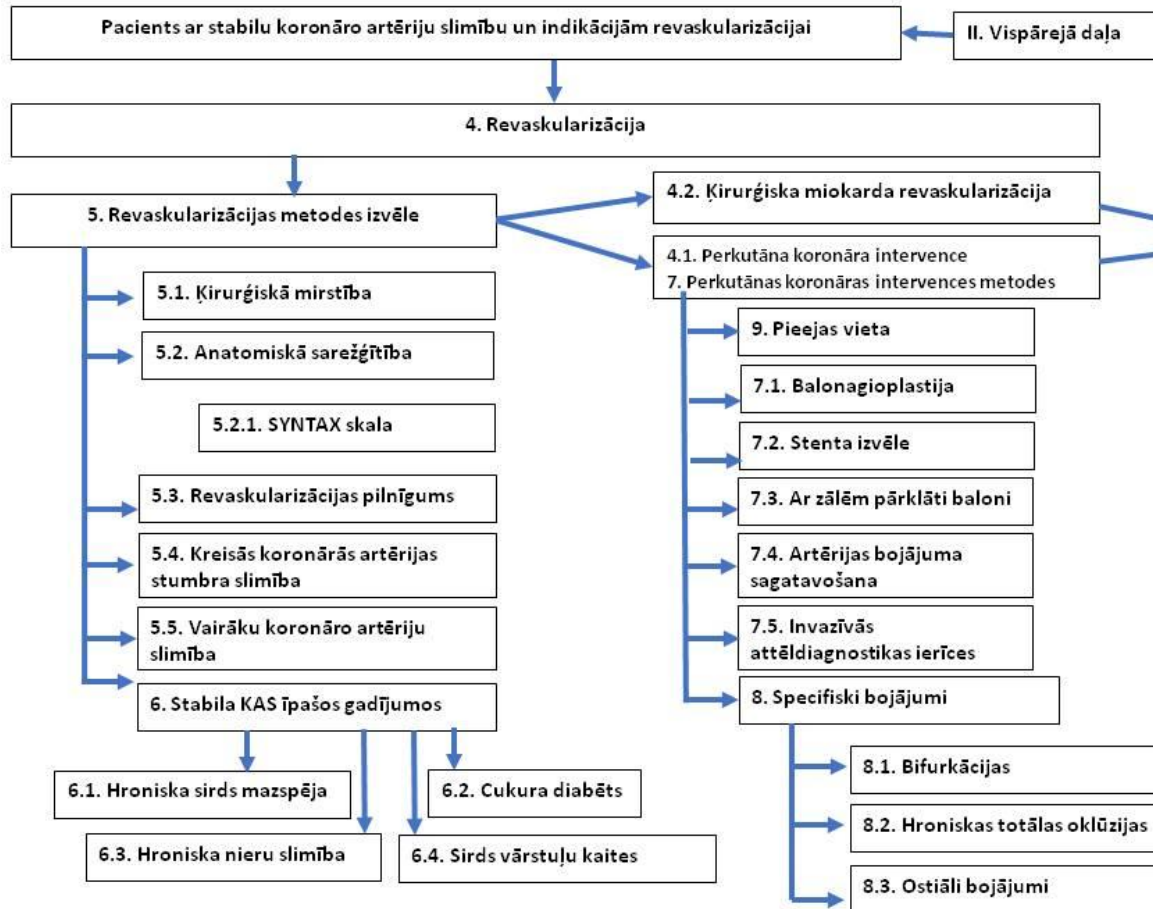
Stabila slodzes stenokardija: rīcības algoritms, plānojot revaskularizāciju

Autore kardioloģe Inga Narbute un darba grupa kardiologa prof. Andreja Ērgļa un kardioloģes Ingas Narbutes vadībā: kardiologs Indulis Kumsārs; sirds ķirurgs Uldis Strazdiņš; kardioloģe Sanda Jēgere; ārsts Vilnis Dzērve; ārsts Mārtiņš Ērglis; ģimenes ārsts Ritvars Ziedonis; neatliekamās medicīnas ārsts, ķirurgs Dmitrijs Sergejevs; anestezioloģe, reanimatoģe Eva Strīķe; sirds ķirurgs Mārtiņš Kalējs; kardioloģe Līga Makarova; kardioloģe Līga Bondare; ārsts Matīss Karantajers

Saturs

<i>I. Algoritma shēma</i>	2
<i>Saīsinājumi</i>	3
<i>II. Vispārējā daļa</i>	4
1. Ievads	4
2. Algoritma mērķis	4
3. Mērķagrupas un aprūpes līmeņi	4
<i>III. Rekomendācijas</i>	5
4. <i>Revaskularizācija</i>	5
4.1. Perkutāna koronāra intervence	5
4.2. Ķirurģiska miokarda revaskularizācija	5
5. <i>Revaskularizācijas metodes izvēle</i>	6
5.1. Ķirurģiskā mirstība	6
5.2. Anatomiskā sarežģītība	6
5.2.1. SYNTAX skala	6
5.3. Revaskularizācijas pilnīgums	8
5.4. Kreisās koronārās artērijas stumbra slimība	11
5.5. Vairāku koronāro artēriju slimība	11
6. <i>Stabila koronāro artēriju slimība īpašos gadījumos</i>	11
6.1. Hroniska sirds mazspēja	11
6.2. Cukura diabēts	12
6.3. Hroniska nieru slimība	12
6.4. Sirds vārstuļu kaites	12
7. <i>Perkutānas koronāras intervences metodes</i>	13
7.1. Balonangioplastija	13
7.2. Stenta izvēle	13
7.3. Ar zālēm pārklāti baloni	14
7.4. Artērijas bojājuma sagatavošana	14
7.5. Invazīvās attēldiagnostikas ierīces	14
8. <i>Specifiski bojājumi</i>	14
8.1. Bifurkācijas	14
8.2. Hroniskas totālas oklūzijas	15
8.3. Ostiāli bojājumi	15
10. <i>Atsauces</i>	16

I. Algoritma shēma



Saīsinājumi

BMS	–	parasta metāla stentu (<i>bare-metal stent</i>)
BRS	–	bioresorbējošie skafoldi
CD	–	cukura diabēts
CI	–	cerebrāls insults
CTO	–	hroniska totāla oklūzija
DAPT	–	duāla antitrombotiska terapija (dual antiplatelet therapy)
DES	–	ar zālēm pildīts stents (drug eluting stent)
HNS	–	hroniska nieru slimība
HSM	–	hroniska sirds mazspēja
FFR	–	fracionētās plūsmas rezerve
IF	–	izsviedes frakcija
IVUS	–	intravaskulārā ultraskaņa
KSS	–	koronāra sirds slimība
KAS	–	koronāro artēriju slimība
KASŠ	–	koronāro artēriju šuntēšanas operācija
LAD	–	kreisā lejupejošā koronārā artērija
LM	–	kreisās koronārās artērijas kopējais stumbrs
MPS	–	miokarda perfūzijas scintigrāfija
MI	–	miokarda infarkts
OCT	–	optiskā koherences tomogrāfija
PKI	–	perkutāna koronāra intervence
TAVI	–	transkatetrāla aortālā vārstuļa implantācija

II. Vispārējā daļa

1. Ievads

Koronāras sirds slimības (KSS) prevalence pasaulē pieaug. KSS joprojām ir visbiežākais nāves iemesls pasaulē, neskatoties uz to, ka mortalitātes rādītājiem ir tendence mazināties.

Viena no biežākajām KSS formām ir stabila slodzes stenokardija, kuras pamatā ir obstruktīvs aterosklerotisks sirds asinsvadu bojājums, kas rada neatbilstību starp koronāro asins piegādi un miokarda metaboliskajām prasībām. Tas ir klīnisks sindroms, kam raksturīgs diskomforts krūtīs, žoklī, plecā, mugurā vai rokās, ko tipiski izraisa fiziska slodze vai emocionāls stress un ko atvieglo miera stāvoklis vai nitroglicerīns.

Stabila stenokardija ir slimība, kas nopietni pasliktina dzīves kvalitāti, palielina risku nelabvēlīgu kardiovaskulāru notikumu attīstībai (piem. miokarda infarkts, kardiāla nāve) kā arī rada ievērojamu finansiālu slogu veselības aprūpes sistēmai.

Latvijas Kardiologu biedrība izveidojusi stabilas slodzes stenokardijas pacientu revaskularizācijas kārtību, realizējot konkrētus rīcības algoritmus un klīniskos ceļus.

Rīcības algoritmu izveidē izmantotas Eiropas Kardiologu biedrības 2018. gada miokarda revaskularizācijas vadlīnijas [1.] un darba grupas klīniskā pieredze. Lai uzlabotu pacientu ar stabilu KAS aprūpi, jābūt skaidri definētam rīcības algoritmam.

2. Algoritma mērķis

- 1) Uzlabot pacientu ar stabilu KAS aprūpes kvalitāti visos veselības aprūpes līmeņos;
- 2) Veikt pacientu ar stabilu KAS revaskularizāciju balstoties uz šobrīd pieejamo vadlīniju rekomendācijām;

3. Mērķgrupas un aprūpes līmeņi

- Kardiologi, invazīvie kardiologi, kardiķirurgi.

III. Rekomendācijas

4. Revaskularizācija

Indikācijas revaskularizācijai pacientiem ar stabilu koronāro artēriju slimību (KAS) ir, ja saņemot medikamentozu terapiju saskaņā ar vadlīnijām, saglabājas stenokardijas simptomi un/vai prognozes uzlabošanai. [2.]

Vairāki pētījumi uzrāda, ka miokarda revaskularizācija ar perkutānu koronāru intervenci (PKI) vai koronāro artēriju šuntēšanu (KAŠ) efektīvi samazina stenokardiju, anti-anginālu medikamentu lietošanu, uzlabo slodzes izturību un dzīves kvalitāti salīdzinājumā ar tikai medikamentozu terapiju. [3.-9.]

Tabula Nr1. Indikācijas revaskularizācijai [1.]

Prognozes uzlabošanai	Ja ir kreisās artērijas stumbra stenoze >50%
	Ja ir kreisās lejupejošās artērijas stenoze >50%
	Ja ir divu vai trīs artēriju stenoze >50% un samazināta kreisā kambara izsviedes frakcija (IF ≤35%)
	Ja ar funkcionālajiem testiem (MPS) pierāda išēmiju nozīmīgu išēmiju (>10%) vai FFR <0.80
	Var apsvērt, ja vienai koronārai artērijai stenoze >50%.
Simptomu mazināšanai	Ja ir hemodinamiski nozīmīgs koronārās artērijas bojājums un klīniski stenokardija vai tās ekvivalenti uz optimālas medikamentozas terapijas fona.

MPS – miokarda perfūzijas scintigrāfija; FFR – frakcionētās plūsmas rezerve; IF –izsviedes frakcija

4.1. Perkutāna koronāra intervence

PKI ir biežāk izmantotā revaskularizācijas metode un gadu gaitā tā ir piedzīvojusi ievērojamu evolūciju. Ir ieviestas un uzlabotas dažādas tehnoloģijas (stenti, griezošie baloni, u.c.), kas ir ļāvušas uzlabot agrīnos un vēlīnos ārstēšanas rezultātus. Ir paplašinājušās klīniskās indikācijas PKI, jo ir plašākas iespējas ārstēt sarežģītus koronārus bojājumus.

4.2. Ķirurģiska miokarda revaskularizācija

Koronāro artēriju šuntēšanas (KAŠ) operācija tiek uzskatīta par visefektīvāko revaskularizācijas terapiju jau gandrīz pusgadsimtu. Attīstoties tehnoloģijām, kā arī pilnveidojot ķirurģisko tehniku ir iespējama KAŠ operācija, kas nodrošina pilnīgu revaskularizāciju vienā etapā. Klasiska operācija tiek veikta ar vidējās sternotomijas pieeju, mākslīgās asinsrites apstākļos īslaicīgi apturot sirdsdarbību. Kā šuntu materiāls tiek izmantotas iekšējās krūškurvja artērijas, spieķakaula artērijas un lielās zemādas vēnas no

apakšstilba, īpaši pacientiem ar difūzu koronāru sirds slimību, lai veiktu pilnīgu revaskularizāciju. Zinātniskajā literatūrā tiek parādīts, ka ilgtermiņā vislabākos šuntu funkcionalitātes rādītājus sniedz arteriālie šunti, tāpēc totāla arteriāla revaskularizācija, kad vien tas ir iespējams, pašlaik tiek uzskatīta par izvēles ķirurģisku taktiku.

5. Revaskularizācijas metodes izvēle

Lai lemtu par pacienta virzīšanu uz PKI vai KAŠ sirds komandai (*Heart Team*), kuru veido kardiologs, invazīvais kardiologs, sirds ķirurgs un atsevišķos gadījumos arī citi speciālisti, būtu jāizvērtē katra pacienta kardiālie un nekardiālie faktori kopā ar paša pacienta izvēli.

Svarīgi kritēriji lēmuma pieņemšanā ir pacienta paredzamā ķirurģiskā mirstība, KAS anatomiskā sarežģītība un sagaidāmais revaskularizācijas pilnīgums. Jāsalīdzina pacienta ieguvumi un riski izvērtējot iespējamās komplikācijas, kā, cerebrovaskulāri notikumi, asiņošanas, akūta nieru mazspēja, brūču infekcija, pirmreizēji ritma traucējumi, u.c.

5.1. Ķirurģiskā mirstība

Lai noteiktu paredzamo ķirurģisko mirstību, ir izstrādātas riska novērtēšanas skalas, kas balstās uz dažādiem klīniskajiem faktoriem. Lai novērtētu hospitālo un 30 dienu mirstību pēc KAŠ, ir rekomendēts lietot STS punktu sistēmu. Tāpat, lai aprēķinātu hospitālo mirstību pēc KAŠ var pielietot arī EuroSCORE II punktu sistēmu. [10.-12.] Tomēr nav tāda modeļa, kas precīzi paredzētu notikumu risku un lēmums par ķirurģisku terapiju katram pacientam jāpieņem individualizēti.

5.2. Anatomiskā sarežģītība

Pacientiem ar kreisās artērijas stumbra stenozi vai vairāku asinsvadu slimību ir rekomendēts aprēķināt punktus pēc SYNTAX sistēmas, lai novērtētu anatomisko sarežģītību un ilgtermiņa risku saslimstībai un mirstībai pēc PKI.

5.2.1. SYNTAX skala

SYNTAX indekss tika prospektīvi veidots SYNTAX pētījumam, lai izvērtētu koronāro artēriju bojājumu sarežģītības pakāpi. Šajā pētījumā pacienti tika sadalīti trīs SYNTAX indeksa grupās ar augstu, vidēji augstu un augstu KSS anatomiskās sarežģītības pakāpi, pēc kā tika iegūts, kuras riska grupas ārstējot ar PKI vai KAŠ tiek iegūts līdzīgs iznākums, bet kuras pacientu grupas iegūst ievērojami labāku rezultātu ķirurģiski revaskularizējot. Šajā pētījumā SYNTAX punkti izrādījās kā neatkarīgs rādītājs ilgtermiņā

kardiovaskulārajiem un cerebrovaskulārajiem notikumiem kā arī mirstībai pacientiem, kas ārstēti ar PKI. [13.-20.]

Tabula Nr.2 SYNTAX skala

Soļi	Mainīgie	Apraksts
1.	Dominējošā artērija	Koronāro artēriju segmentu novērtējums mainās atkarībā no dominējošās artērijas tipa. Novērtējot pēc SYNTAX ir jāizšķiras par vienu dominējošo artēriju un nevar būt līdzsvarots apasiņošanas tips.
2.	Koronārais segments	Punktu skaits ir atkarīgs no koronārā bojājuma lokalizācijas un, atkarībā no tā, katram segmentam tiek piešķirti punkti, sākot no 0,5 līdz 6.
3.	Stenozes diametrs	Katrā segmentā punktus reizina ar 2, ja stenoze ir no 50% līdz 99%, bet totālas oklūzijas gadījumā reizina ar 5. Totālas oklūzijas gadījumā papildus punkti pienākas, ja <ul style="list-style-type: none"> • Vecums > 3 mēnešiem vai nezināms +1 punkts • Blunt stumpt +1 punkts • Bridging +1 punkts • First segment visible distally +1 punkts per non-visible segment • Sānu zars + 1 punkts, ja <1.5 mm diametrā +1 punkts, ja abi <1.5 mm un >1.5 mm diametrā +0 punkti ja ≥ 1.5 mm diametrā
4.	Trifurkācija	Trifurkācijas gadījumā pieskaita punktus atkarībā no skarto segmentu skaita <ul style="list-style-type: none"> • 1 segments +3 punkti • 2 segmenti +4 punkti • 3 segmenti +5 punkti

		KAŠ		PKI	
		Klase ^a	Līmenis ^b	Klase ^a	Līmenis ^b
Vienas artērijas KAS					

		<ul style="list-style-type: none"> • 4 segmenti +6 punkti
5.	Bifurkācija	Bifurkācijas bojājuma gadījumā pievieno papildus punktus atkarībā no bifurkācijas bojājuma veida pēc Medinas klasifikācijas <ul style="list-style-type: none"> • Medina 1,0,0-0,1,0-1,1,0 +1 punkts • Medina 1,1,1-0,0,1-1,0,1-0,1,1 +2 punkti Ja bifurkācijas leņķis < 70% +1 punkts
6.	Aorto-ostiāls bojājums	Aorto-ostiāls bojājums – pievieno +1 punktu
7.	Artēriju izlocījums	Izteikts artērijas izlocījums distāli no bojājuma – pievieno +2 punktus
8.	Bojājuma garums	Bojājuma garums virs 20 mm – pievieno +1 punktu
9.	Kalcifikācija	Izteiktas artērijas kalcinozes gadījumā pievieno +2 punktus
10.	Trombi	Trombu esamība – pievieno +1 punkts
11.	Difūzs bojājums /neliela artērija	Distāli no bojājuma difūzi bojāts un sašaurināts segments (ja vismaz 75% no distālā segmenta garuma ir diametrs <2mm) - pievieno +1 punktu

5.3. Revaskularizācijas pilnīgums

Revaskularizācijas mērķis ir maksimāli samazināt miokarda išēmiju. COURAGE pētījums demonstrēja nozīmīgu ieguvumu mirstības un miokarda infarkta (MI) riska samazināšanā, ja miokarda išēmija samazinājās no >10% līdz <5% novērtējot to ar miokarda perfūzijas scintigrāfiju. [21.]

Pieņemot lēmuma starp PKI un KAŠ, prioritāte ir pēc iespējas pilnīgi veikta revaskularizācija. [22.-23.]

Par pilnīgu funkcionālu revaskularizāciju tiek runāts, ja visiem bojājumiem, kas izraisa miera vai slodzes inducētu išēmiju, ir veikta šuntēšana vai PKI. Šos bojājumus identificē ar koronāro angiogrāfiju un FFR vai iwFR.

Tabula Nr.3. Rekomendācijas revaskularizācijai pacientiem, kas anatomiski piemēroti gan KAŠ, gan PKI un ir ar zemu paredzamo ķirurģisko mirstību. [1.]

Bez proksimāla LAD bojājuma	Iib	C	I	C
Ar proksimālu LAD bojājumu	I	A	I	A
Divu artēriju KAS				
Bez proksimāla LAD bojājuma	Iib	C	I	C
Ar proksimālu LAD bojājumu	I	B	I	C
Kreisās artērijas stumbra KAS				
SYNTAX punkti 0 - 22	I	A	I	A
SYNTAX punkti 23 – 32	I	A	IIa	A
SYNTAX punkti > 33	I	A	III	B
Trīs artēriju slimība bez cukura diabēta				
SYNTAX punkti 0 – 22	I	A	I	A
SYNTAX punkti > 22	I	A	III	A
Trīs artēriju slimība ar cukura diabētu				
SYNTAX punkti 0 – 22	I	A	Iib	A
SYNTAX punkti > 22	I	A	III	A

PKI- perkutāna koronāra intervence; KAŠ – koronāro artēriju šuntēšana; LAD- kreisā lejupejošā koronārā artērija
a- rekomendāciju klase
b- pierādījumu līmenis

Tabula Nr. 4 Rekomendācijas kritērijiem izvēloties KAŠ vai PKI. [1.]

Ķirurģiskā riska novērtējums	Lai novērtētu hospitālo un 30 dienu mirstību pēc KAŠ, ir rekomendēts lietot STS skalu.
	Lai aprēķinātu hospitālo mirstību pēc KAŠ, var pielietot arī EuroSCORE II tabulu.
Bojājuma sarežģītības novērtējums	Pacientiem ar LM stenozi vai vairāku asinsvadu slimību rekomendē aprēķināt punktus pēc SYNTAX skalas, lai novērtētu anatomisko sarežģītību un ilgtermiņa risku saslimstībai un mirstībai pēc PKI.
	Pieņemot lēmuma par PKI vai KAŠ, prioritāte ir pilnīgi veikta revaskularizācija.

Revaskularizācijas metode aprakstīta klīniskajā ceļā “Ķirurģiskas miokarda revaskularizācijas kārtība”.

Tabula Nr.5 Dažādi aspekti izvēloties PKI vai KAŠ. [1.]

Priekšroka PKI	Priekšroka KAŠ
Klīniskais raksturojums :	Klīniskais raksturojums :

<ul style="list-style-type: none"> - Nopietnas blakus saslimšanas - Samazināts sagaidāmais dzīves ilgums, - Ierobežota mobilitāte vai apstākļi, kas ierobežo rehabilitāciju 	<ul style="list-style-type: none"> - Cukura diabēts - Samazināta KK IF (<35%) - Kontrindikācijas DAPT - Atkārtotas difūzas stenta restenozes
<p>Anatomiskie un tehniskie aspekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SYNTAX punkti 0-22 - Visticamāk nevarēs panākt pilnu revaskularizāciju ar KAŠ - Izteikta krūšu kurvja deformācija vai skolioze - Porcelāna aorta 	<p>Anatomiskie un tehniskie aspekti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SYNTAX punkti ≥ 23 - Visticamāk nav iespējams panākt pilnīgu revaskularizāciju ar PKI - Izteikti kalcinēti bojājumi
	<ul style="list-style-type: none"> - Pavadošas citas sirds vai ascendējošās aortas patoloģijas, kādēļ nepieciešama sirds operācija

PKI- perkutāna koronāra interence; KAŠ – koronāro artēriju šuntēšana; KK IF – kreisā kambara izsviedes frakcija

5.4 Kreisās koronārās artērijas stumbra slimība

Pieejamie pierādījumi no randomizētiem pētījumiem un meta-analīzēm salīdzinot KAŠ pret PKI ar DES pacientiem ar kreisās koronārās artērijas stumbra (LM) slimību, parāda līdzvērtīgus rezultātus 5 gadu novērošanas periodā attiecībā uz salikto galarezultātu – miokarda infarktu, cerebrālu infarktu, nāvi. Agrīnā periodā PKI pacientiem ir zemāki rādītāji attiecībā uz miokarda infarktu un periprocedurālu cerebrālu infarktu, kas vēlāk izlīdzinās pieaugot miokarda infarkta skaitam vēlīnā periodā. Atkārtota revaskularizācija biežāk nepieciešama pacientiem pēc PKI. [24.]

Šī brīža pierādījumi rekomendē PKI kā piemērotu alternatīvu KAŠ pacientiem ar nozīmīgu LM stenozi un zemu līdz vidēju anatomisko sarežģītību. Savukārt pacientiem ar augstu anatomisko sarežģītību ir labāki izdzīvošanas rādītāji pēc KAŠ.

5.5. Vairāku koronāro artēriju slimība

Pēc šī brīža pierādījumiem vairāku artēriju slimības gadījumā pacientam bez CD un ar zemu anatomisko sarežģītību PKI un KAŠ uzrāda līdzīgus ilgtermiņa iznākumus attiecībā uz izdzīvošanu un kombinēto galarezultātu – MI, CI un nāvi, iesakot revaskularizāciju ar PKI kā I klases rekomendāciju.

Pacientiem ar vairāku artēriju slimību, bez CD, bet ar vidēju līdz augstu anatomisko sarežģītību divi lieli pētījumi (SYNTAX un BEST), uzrādīja nozīmīgi augstāku mirstību, un nāves MI, CI gadījumu skaitu pacientiem PKI grupā, tādēļ revaskularizācija ar PKI nav primāri indicēta un ir jāizvērtē individuāli. [20.]

6. Stabila koronāro artēriju slimība īpašos gadījumos

6.1. Hroniska sirds mazspēja

Pacientiem ar išēmiskas ģenēzes hronisku sirds mazspēju koronāro artēriju revaskularizācija klīniskajā praksē ir rekomendēta, lai uzlabotu dzīvildzi. [25.,26]

Pacientiem ar HSM un sistolisku KK disfunkciju optimālākā revaskularizācijas stratēģija nav stingri definēta. Izvēlei starp KAŠ un PKI ir jābalstās uz rūpīgu pacienta novērtēšanu, ņemot vērā pacienta klīnisko stāvokli, koronāro artēriju anatomiju, paredzamo revaskularizācijas pilnīgumu, miokarda dzīvotspēju, vārstuļū kaites un citas blakus saslimšanas. KAŠ ir rekomendēta kā pirmā izvēle pacientiem ar vairāku asinsvadu slimību un pieņemamu ķirurģisko risku. [27.-29.]

6.2. Cukura diabēts

Pacientiem ar CD ir augstāka prevalence KAS, slimība manifestējas agrāk un ir ar sliktāku prognozi. Pacientiem ar CD īpaši, ja nepieciešama insulīna terapija, pēc MI ir sliktāka prognoze un biežāks atkārtotu kardiovaskulāru notikumu risks. Angiogrāfiskie pētījumi parāda, ka pacientiem ar CD biežāk ir vairāku artēriju slimība, kreisās artērijas stumbra bojājums un difūza ateroskleroze iesaistot arī neliela diametra artērijas. Biežāk sastopamas ir arī aterosklerotiskās plāksnes, kas bagātas ar lipīdiem un ar augstāku ruptūras risku. [30.-35.]

Indikācijas revaskularizācijai ir tādas pašas kā pārējā populācijā.

Pacientiem, kas lieto metformīnu pēc PKI ir lielāks risks nieru funkciju traucējumiem. Tādēļ, ja nieru funkcija ir samazināta, tiek rekomendēts atcelt metformīna lietošana 48 h pirms procedūras un atsākt 48 h pēc procedūras. [36.]

6.3. Hroniska nieru slimība

Kontrasta inducētas nefropātijas risks ir atkarīgs no dažādiem ar pacientu saistītiem faktoriem kā, piemēram, HNS, HSM, CD, nestabila hemodinamika, hipovolēmija, anēmija, vecums, periprocedurāla asiņošana, tāpat kā no ievadītās kontrastvielas veida un daudzuma.

Visiem pacientiem pirms intervences ir jānosaka nieru funkciju rādītāji un jāizvērtē kontrasta inducētas nefropātijas risks.

Pieaugot ievadītās kontrastvielas tilpumam, ievērojami pieaug risks nieru funkciju traucējumiem, tādēļ ir rekomendēts izmantot minimālo nepieciešamo kontrastvielas daudzumu. Pacienti ar mērenu vai izteiktu HNS (HNS 3.b vai 4. stadija) ir rekomendēta kontrastviela ar zemu vai izo-osmolāru koncentrāciju. [37.-41.]

Galvenā profilakse ir adekvāta hidratācija. Ja paredzamais kontrastvielas daudzums ir >100 mL, pirms un pēc procedūras ir jāapsver hidratācija ar izotonisku šķidrumu (1 ml/kg/h 12 h pirms un turpinot 24 h pēc procedūras (0.5 ml/kg/h, ja KKIF ≤35% vai stadija pēc NYHA >2). [42.]

Sekundārajā profilaksē noderīga var būt arī statīnu terapija. [43.-44.]

6.4. Sirds vārstuļu kaites

Pacientiem ar primāri indicētu vārstuļu intervenci un KAS rekomendācijas revaskularizācijai ir jābalsta uz artēriju angiogrāfisko novērtējumu. KAŠ ir rekomendēta, ja koronārās artērijas stenoze ir >70%, bet individuāli jāizskata gadījumi, kad stenoze ir no 50% līdz 70%.

Ja ir primāras indikācijas TAVI vai transaortālai mitrālā vārstuļa intervencei, PKI būtu jāapsver, ja koronārās artērijas stenoze ir >70 % proksimālos segmentos.

7. Perkutānas koronāras intervences metodes

7.1. Balonangioplastija

Vienkāršā balona angioplastija ir aizstāta ar stenta implantāciju, jo tās efektivitāte ir zemāka un biežāk ir nepieciešama atkārtota revaskularizācija. [45.] Balona angioplastija ir apsverama atsevišķiem pacientiem, kuriem stenta implantācija tehniski nav iespējama vai asinsvadam ir pārāk neliels diametrs, lai implantētu stentu. Balona angioplastijai vairs nedod priekšroku gadījumos, kad pacientam steidzami nepieciešama ne-kardiāla operācija, jo ir iespējama īstermiņa duāla antiagregantu terapija pēc DES implantācijas. [46.-47.]

7.2. Stenta izvēle

Pēc PKI ar BMS implantāciju ir par aptuveni 30% mazāk restenožu salīdzinot ar balona angioplastiju. Lai gan ir daudz strādāts ar BMS stentu dizainu un materiāliem, tomēr nozīmīgu restenožu samazinājumu ir deva tieši DES stentu attīstība. Agrīnās paaudzes DES samazināja klīniskās restenozes par 50-70%, bet palielināja risku ļoti vēlīnām trombozēm salīdzinot ar BMS. Šobrīd šie DES ir aizstāti ar jaunās paaudzes DES, kam ir labāka polimēru biosaderība, plānākas stenta stratas (nerūsējošais tērauds, kobalta hroms vai platīna hroms) un augstāka efektivitāte un drošība. Tādēļ risks ļoti vēlīnai trombozei ir zemāks nekā agrīnās paaudzes DES un pielīdzināms BMS stentiem. [49.-51.]

DES ar biodegradējošiem polimēriem un bezpolimēru DES tika attīstīti, lai potenciāli samazinātu vēlīnus nelabvēlīgus notikumus, bet pēc vairākiem plaša mēroga pētījumiem nav datu par šo stentu pārākumu un rezultāti ir līdzīgi pārējiem jaunās paaudzes DES. [52.-65.]

Jaunās paaudzes DES augstā klīniskā efektivitāte un drošība liek tiem dod priekšroku veicot PKI, iekļaujot arī pacientus ar CD, HNS, vairāku artēriju slimību, LM bojājumu, u.c.

Bioabsorbējošos stentus (BRS) veido bioabsorbējošs skafolds, kas ar laiku organismā pilnībā sadalās. BRS tika izveidoti ar domu mazināt ilgtermiņa ar stentu saistītos nelabvēlīgos notikumus. Šobrīd klīnisko testēšanu ir izgājuši divu veidu BRS – bioabsorbējošs polimēru skafolds (Absorb BVS, Abbott Vascular), kas sadalās 3-4 gadu laikā un absorbējošs metāla (magnija) skafolds, kas izšķīst aptuveni 1 gada laikā. Absorb BRS ir novērtēti vairākos randomizētos pētījumos, kas uzrādīja zemāku efektivitāti un drošību salīdzinot ar DES. Absorb BRS asociējās ar nozīmīgi biežākām trombozēm un atkārtotām revaskularizācijām.

[66.-67.] Ierīce ir izņemta no komerciālas lietošanas 2017.gadā. Magnija BRS ir pagaidām pētīti tikai nelielos observācijas pētījumos un ir nepieciešama tālāka izpēte. Tādēļ šobrīd BRS izmantošana ir pieļaujama tikai labi kontrolētu klīnisko pētījumu ietvaros un ir individuāli jāapsver pagarināta duālā antiagregantu terapija līdz pat 3 gadiem vai ilgāk.

7.3. Ar zālēm pārklāti baloni

Uz balona virsmas ir augstas lipofilitātes medikaments, kam pietiek ar īsu kontakta laiku, lai noklātu asinsvada virsmu. Dati no randomizētiem pētījumiem atbalsta ar zālēm pārklātu balonu izmantošanu in-stenta restenožu angioplastijā. Šobrīd nav pārliecinošu pierādījumu citām indikācijām. [68-70.]

7.4. Artērijas bojājuma sagatavošana

Aterosklerotiskā bojājuma sagatavošana ir būtiska sekmīgai PKI. Lai adekvāti varētu izplest artēriju pirms stenta implantācijas, atsevišķos gadījumos, piemēram, ja ir izteikta kalcinoze, kopā ar parasto balonu var lietot dažādus griezošos balonus vai rotācijas aterektomiju.

7.5. Invazīvās attēldiagnostikas ierīces

Invazīvās attēldiagnostikas metodes tiek rekomendētas pielietot ne tikai asinsvada bojājumu diagnostikā, bet atsevišķos gadījumos arī PKI vadīšanai, lai optimizētu stenta implantāciju.

IVUS un OCT ir ieteicams izmantot stenta restenozes un trombozes gadījumos, lai identificētu un novērstu provocējošos mehāniskos faktorus. [71.] IVUS ir jāapsver pacientiem ar LM bojājumu, lai optimizētu terapijas taktiku. OCT ir ar augstāku izšķirtspēju un labāk vizualizē disekcijas, reziduālus trombus, stenta stratu apozīcijas un asinsvada sieniņu prolapsu. [72.-78.]

8. Specifiski bojājumi

8.1. Bifurkācijas

PKI bifurkāciju bojājumiem ir saistīta ar lielāku komplikāciju risku procedūras laikā un sliktāku klīnisko prognozi ilgstošā laika periodā salīdzinājumā ar ne-bifurkāciju bojājumiem.

Daudzi randomizēti pētījumi ir analizējuši optimālāko stratēģiju bifurkāciju bojājumiem, sistemātiski pielietojot divu stentu tehniku pret tikai galvenā zara stentēšanas tehniku, bet klīniskie rezultāti abās grupās nozīmīgi neatšķiras. Tomēr nesena analīze no diviem randomizētiem pētījumiem, uzrādīja zemākus izdzīvošanas rādītājus divu stentu tehnikas grupā. Jāņem vērā arī, ka šīs procedūras ir ilgstošākas, ir lielāks radiācijas un kontrastvielas daudzums, kā arī augstākas izmaksas. [79-80]

Šobrīd tiek rekomendēta stenta implantācija tikai galvenajā zarā ar atsevišķiem izņēmumiem - ja ir liela diametra ($\geq 2.75\text{mm}$) sānu zars ar garu ($>5\text{mm}$) ostiālu bojājumu, vai, ja ir paredzams, ka pēc galvenā zara stentēšanas, nozīmīga izmēra sānu zars vairs nebūs sasniedzams.

Ja ir nepieciešama divu stentu tehnika, tad optimālākās stratēģijas izvēle ir diskutabls jautājums, un šobrīd nav pierādījumu kādas metodes pārkumā ne-LM bojājumiem. Savukārt LM stenozes gadījumā pētījumos ir vislabākie rezultāti ir „double kissing crush”. [81.]

8.2. Hroniskas totālas oklūzijas

Straujā tehnoloģiju attīstība un invazīvo kardiologu pieaugošās zināšanas un iemaņas gan antegrādā, gan retrogrādā pieejā, ir rezultējušās ar aizvien vairāk veiksmīgām hronisku totālu oklūziju (CTO) revaskularizācijām un mazāku nelabvēlīgo notikumu skaitu. Procedūras iznākums ir atkarīgs no operatoru iemaņām un pieredzes, strādājot ar dažādām teknikām un tādēļ variē no 60 - 70 līdz pat 90%. [82.-84]

Pētījumu dati no CTO procedūrām nav viennozīmīgi, un indikācijas revaskularizācijai ir līdzīgas kā ne-CTO gadījumos. Jāatceras, ka CTO procedūras ir garākas, tādēļ ir lielāks radiācijas un kontrastvielas daudzums, kā arī lielāks nelabvēlīgo notikumu skaits salīdzinot ar ne-CTO procedūrām.

Šobrīd ir rekomendēts apsvērt CTO revaskularizāciju, ja pacientam ir stenokardijas klīnika, ko nesamazina medikamentu terapija vai, ja ir pierādīta plaša okludētās artērijas išēmijas zona. [85-87]

8.3. Ostiāli bojājumi

Ostiālu bojājumu gadījumā nepieciešama operatora īpaša piesardzība. Obligāti jāizslēdz koronārās artērijas spazma. Bojājuma novērtēšanai var būt noderīgs IVUS, īpaši LM gadījumā. Veicot PKI ar stentu, jāņem vērā iespējama stenta deformācija, dēļ stenta mijiedarbības ar vadītājkatetru. [88.]

10. Atsauces

1. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial Revascularization. The Task Force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2019; 40: 87–165
2. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, Andreotti F, Arden C, Budaj A, Bugiardini R, Crea F, Cuisset T, Di Mario C, Ferreira JR, Gersh BJ, Gitt AK, Hulot JS, Marx N, Opie LH, Pfisterer M, Prescott E, Ruschitzka F, Sabate M, Senior R, Taggart DP, van der Wall EE, Vrints CJ. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery. *Eur Heart J* 2013;34:2949–3003.
3. De Bruyne B, Pijls NH, Kalesan B, Barbato E, Tonino PA, Piroth Z, Jagic N, Mobius-Winkler S, Rioufol G, Witt N, Kala P, MacCarthy P, Engstrom T, Oldroyd KG, Mavromatis K, Manoharan G, Verlee P, Frobert O, Curzen N, Johnson JB, Juni P, Fearon WF; FAME 2 Trial Investigators. Fractional flow reserve-guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease. *N Engl J Med* 2012;367:991–1001.
4. Fearon WF, Nishi T, De Bruyne B, Boothroyd DB, Barbato E, Tonino P, Juni P, Pijls NHJ, Hlatky MA; FAME 2 Trial Investigators. Clinical outcomes and cost-effectiveness of fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention in patients with stable coronary artery disease: Three-year follow-up of the FAME 2 trial (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation). *Circulation* 2018;137:480–487.
5. RITA-2 Trial Participants. Coronary angioplasty versus medical therapy for angina: The second Randomised Intervention Treatment of Angina (RITA-2) trial. RITA- 2 trial participants. *Lancet* 1997;350:461–468.
6. TIME Investigators. Trial of invasive versus medical therapy in elderly patients with chronic symptomatic coronary-artery disease (TIME): A randomised trial. *Lancet* 2001;358:951–957.
7. Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK, Hartigan PM, Maron DJ, Kostuk WJ, Knudtson M, Dada M, Casperson P, Harris CL, Chaitman BR, Shaw L, Gosselin G, Nawaz S, Title LM, Gau G, Blaustein AS, Booth DC, Bates ER, Spertus JA, Berman DS, Mancini GB, Weintraub WS; COURAGE Trial Research Group. Optimal medical therapy with or without PCI for stable coronary disease. *N Engl J Med* 2007;356:1503–1516.
8. BARI Study Group 2D, Frye RL, August P, Brooks MM, Hardison RM, Kelsey SF, MacGregor JM, Orchard TJ, Chaitman BR, Genuth SM, Goldberg SH, Hlatky MA, Jones TL, Molitch ME, Nesto RW, Sako EY, Sobel BE. A randomized trial of therapies for type 2 diabetes and coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:2503–2515.
9. Hueb W, Lopes N, Gersh BJ, Soares PR, Ribeiro EE, Pereira AC, Favarato D, Rocha AS, Hueb AC, Ramires JA. Ten-year follow-up survival of the Medicine, Angioplasty, or Surgery Study (MASS II): A randomized controlled clinical trial of 3 therapeutic strategies for multivessel coronary artery disease. *Circulation* 2010;122:949–957.
10. Osnabrugge RL, Speir AM, Head SJ, Fonner CE, Fonner E, Kappetein AP, Rich JB. Performance of EuroSCORE II in a large US database: Implications for transcatheter aortic valve implantation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2014;46:400–408.
11. Kirmani BH, Mazhar K, Fabri BM, Pullan DM. Comparison of the EuroSCORE II and Society of Thoracic Surgeons 2008 risk tools. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013;44:999–1005
12. Ad N, Holmes SD, Patel J, Pritchard G, Shuman DJ, Halpin L. Comparison of EuroSCORE II, original EuroSCORE, and The Society of Thoracic Surgeons Risk Score in cardiac surgery patients. *Ann Thorac Surg* 2016;102:573–579

13. Wykrzykowska JJ, Garg S, Girasis C, de Vries T, Morel MA, van Es GA, Buszman P, Linke A, Ischinger T, Klauss V, Corti R, Eberli F, Wijns W, Morice MC, di Mario C, van Geuns RJ, Juni P, Windecker S, Serruys PW. Value of the SYNTAX score for risk assessment in the all-comers population of the randomized multicenter LEADERS (Limus Eluted from A Durable versus ERodable Stent coating) trial. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:272–277.
14. Garg S, Serruys PW, Silber S, Wykrzykowska J, van Geuns RJ, Richardt G, Buszman PE, Kelbaek H, van Boven AJ, Hofma SH, Linke A, Klauss V, Wijns W, Macaya C, Garot P, DiMario C, Manoharan G, Kornowski R, Ischinger T, Bartorelli A, Van Remortel E, Ronden J, Windecker S. The prognostic utility of the SYNTAX score on 1-year outcomes after revascularization with zotarolimus- and everolimus-eluting stents: a substudy of the RESOLUTE All Comers Trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2011;4:432–441.
15. Zhao M, Stampf S, Valina C, Kienzle RP, Ferenc M, Gick M, Essang E, Nuhrenberg T, Buttner HJ, Schumacher M, Neumann FJ. Role of euroSCORE II in predicting long-term outcome after percutaneous catheter intervention for coronary triple vessel disease or left main stenosis. *Int J Cardiol* 2013;168:3273–3279.
16. Cavalcante R, Sotomi Y, Mancone M, Whan Lee C, Ahn JM, Onuma Y, Lemos PA, van Geuns RJ, Park SJ, Serruys PW. Impact of the SYNTAX scores I and II in patients with diabetes and multivessel coronary disease: A pooled analysis of patient level data from the SYNTAX, PRECOMBAT, and BEST trials. *Eur Heart J* 2017;38:1969–1977.
17. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, Feldman TE, Stahle E, Colombo A, Mack MJ, Holmes DR Jr, Morel MA, Van Dyck N, Houle VM, Dawkins KD, Serruys PW. 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;381:629–638.
18. Morice MC, Serruys PW, Kappetein AP, Feldman TE, Stahle E, Colombo A, Mack MJ, Holmes DR, Choi JW, Ruzyllo W, Religa G, Huang J, Roy K, Dawkins KD, Mohr F. Five-year outcomes in patients with left main disease treated with either percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass grafting in the synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery trial. *Circulation* 2014;129:2388–2394.
19. Head SJ, Davierwala PM, Serruys PW, Redwood SR, Colombo A, Mack MJ, Morice MC, Holmes DR Jr, Feldman TE, Stahle E, Underwood P, Dawkins KD, Kappetein AP, Mohr FW. Coronary artery bypass grafting vs. percutaneous coronary intervention for patients with three-vessel disease: Final five-year followup of the SYNTAX trial. *Eur Heart J* 2014;35:2821–2830.
20. Head SJ, Milojevic M, Daemen J, Ahn JM, Boersma E, Christiansen EH, Domanski MJ, Farkouh ME, Flather M, Fuster V, Hlatky MA, Holm NR, Hueb WA, Kamalesh M, Kim YH, Makikallio T, Mohr FW, Papageorgiou G, Park SJ, Rodriguez AE, Sabik JF III, Stables RH, Stone GW, Serruys PW, Kappetein AP. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease: A pooled analysis of individual patient data. *Lancet* 2018;391:939–948.
21. Shaw LJ, Berman DS, Maron DJ, Mancini GB, Hayes SW, Hartigan PM, Weintraub WS, O'Rourke RA, Dada M, Spertus JA, Chaitman BR, Friedman J, Slomka P, Heller GV, Germano G, Gosselin G, Berger P, Kostuk WJ, Schwartz RG, Knudtson M, Veledar E, Bates ER, McCallister B, Teo KK, Boden WE; COURAGE Investigators. Optimal medical therapy with or without percutaneous coronary intervention to reduce ischemic burden: Results from the Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation (COURAGE) trial nuclear substudy. *Circulation* 2008;117(10):1283–1291.
22. Farooq V, Serruys PW, Garcia-Garcia HM, Zhang Y, Bourantas CV, Holmes DR, Mack M, Feldman T, Morice MC, Stahle E, James S, Colombo A, Diletti R, Papafaklis MI, de Vries T, Morel MA, van Es GA, Mohr FW, Dawkins KD, Kappetein AP, Sianos G,

Boersma E. The negative impact of incomplete angiographic revascularization on clinical outcomes and its association with total occlusions: The SYNTAX (Synergy Between Percutaneous Coronary Intervention with Taxus and Cardiac Surgery) trial. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:282–294.

23. Garcia S, Sandoval Y, Roukoz H, Adabag S, Canoniero M, Yannopoulos D, Brilakis ES. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: A meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1421–1431.

24. Giacoppo D, Colleran R, Cassese S, Frangieh AH, Wiebe J, Joner M, Schunkert H, Kastrati A, Byrne RA. Percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting in patients with left main coronary artery stenosis: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol* 2017;2:1079–1088

25. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, Al-Khalidi HR, Hill JA, Panza JA, Michler RE, Bonow RO, Doenst T, Petrie MC, Oh JK, She L, Moore VL, Desvigne-Nickens P, Sopko G, Rouleau JL; STICHES Investigators. Coronary-artery bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy. *N Engl J Med* 2016;374:1511–1520.

26. Wolff G, Dimitroulis D, Andreotti F, Kolodziejczak M, Jung C, Scicchitano P, Devito F, Zito A, Occhipinti M, Castiglioni B, Calveri G, Maisano F, Ciccone MM, De Servi S, Navarese EP. Survival benefits of invasive versus conservative strategies in heart failure in patients with reduced ejection fraction and coronary artery disease: A meta-analysis. *Circ Heart Fail* 2017;10:e003255

27. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, Fisher LD, Takaro T, Kennedy JW, Davis K, Killip T, Passamani E, Norris R, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: Overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994;344:563–57

28. Wolff G, Dimitroulis D, Andreotti F, Kolodziejczak M, Jung C, Scicchitano P, Devito F, Zito A, Occhipinti M, Castiglioni B, Calveri G, Maisano F, Ciccone MM, De Servi S, Navarese EP. Survival benefits of invasive versus conservative strategies in heart failure in patients with reduced ejection fraction and coronary artery disease: A meta-analysis. *Circ Heart Fail* 2017;10:e003255

29. Killip T, Passamani E, Davis K. Coronary artery surgery study (CASS): A randomized trial of coronary bypass surgery. Eight years follow-up and survival in patients with reduced ejection fraction. *Circulation* 1985;72:V102–V109

30. Hammoud T, Tanguay JF, Bourassa MG. Management of coronary artery disease: Therapeutic options in patients with diabetes. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:355–365.

31. Haffner SM, Lehto S, Ronnema T, Pyorala K, Laakso M. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in non-diabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1998;339:229–234.

32. Luscher TF, Creager MA, Beckman JA, Cosentino F. Diabetes and vascular disease: Pathophysiology, clinical consequences, and medical therapy: Part II. *Circulation* 2003;108:1655–1661.

33. Ledru F, Ducimetiere P, Battaglia S, Courbon D, Beverelli F, Guize L, Guermontprez JL, Diebold B. New diagnostic criteria for diabetes and coronary artery disease: Insights from an angiographic study. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:1543–1550.

34. Moreno PR, Murcia AM, Palacios IF, Leon MN, Bernardi VH, Fuster V, Fallon JT. Coronary composition and macrophage infiltration in atherectomy specimens from patients with diabetes mellitus. *Circulation* 2000;102:2180–2184.

35. Marso SP, Mercado N, Maehara A, Weisz G, Mintz GS, McPherson J, Schiele F, Dudek D, Fahy M, Xu K, Lansky A, Templin B, Zhang Z, de Bruyne B, Serruys PW, Stone GW. Plaque composition and clinical outcomes in acute coronary syndrome patients with metabolic syndrome or diabetes. *JACC Cardiovasc Imaging* 2012;5:S42–S52.

36. Goergen SK, Rumbold G, Compton G, Harris C. Systematic review of current guidelines, and their evidence base, on risk of lactic acidosis after administration of contrast medium for patients receiving metformin. *Radiology* 2010;254:261–269.
37. Aspelin P, Aubry P, Fransson SG, Strasser R, Willenbrock R, Berg KJ, Nephrotoxicity in High-Risk Patients Study of I-O, Low-Osmolar Non-Ionic Contrast Media Study Investigators. Nephrotoxic effects in high-risk patients undergoing angiography. *N Engl J Med* 2003;348:491–499.
38. Jo SH, Youn TJ, Koo BK, Park JS, Kang HJ, Cho YS, Chung WY, Joo GW, Chae IH, Choi DJ, Oh BH, Lee MM, Park YB, Kim HS. Renal toxicity evaluation and comparison between visipaque (iodixanol) and hexabrix (ioxaglate) in patients with renal insufficiency undergoing coronary angiography: The RECOVER study: A randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:924–930.
39. Marenzi G, Assanelli E, Campodonico J, Lauri G, Marana I, De Metrio M, Moltrasio M, Grazi M, Rubino M, Veglia F, Fabbicocchi F, Bartorelli AL. Contrast volume during primary percutaneous coronary intervention and subsequent contrast-induced nephropathy and mortality. *Ann Intern Med* 2009;150:170–177.
40. Laskey WK, Jenkins C, Selzer F, Marroquin OC, Wilensky RL, Glaser R, Cohen HA, Holmes DR Jr, Investigators NDR. Volume-to-creatinine clearance ratio: A pharmacokinetically based risk factor for prediction of early creatinine increase
41. Solomon RJ, Natarajan MK, Doucet S, Sharma SK, Staniloae CS, Katholi RE, Gelormini JL, Labinaz M, Moreyra AE; Investigators of the CARE Study. Cardiac Angiography in Renally Impaired Patients (CARE) study: A randomized doubleblind trial of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease. *Circulation* 2007;115:3189–3196.
42. Mueller C, Buerkle G, Buettner HJ, Petersen J, Perruchoud AP, Eriksson U, Marsch S, Roskamm H. Prevention of contrast media-associated nephropathy: Randomized comparison of 2 hydration regimens in 1620 patients undergoing coronary angioplasty. *Arch Intern Med* 2002;162:329–336.
43. Giacoppo D, Gargiulo G, Buccheri S, Aruta P, Byrne RA, Cassese S, Dangas G, Kastrati A, Mehran R, Tamburino C, Capodanno D. Preventive strategies for contrast-induced acute kidney injury in patients undergoing percutaneous coronary procedures: Evidence from a hierarchical Bayesian network meta-analysis of 124 trials and 28 240 patients. *Circ Cardiovasc Interv* 2017;10:e004383.
44. Weisbord SD, Gallagher M, Jneid H, Garcia S, Cass A, Thwin SS, Conner TA, Chertow GM, Bhatt DL, Shunk K, Parikh CR, McFalls EO, Brophy M, Ferguson R, Wu H, Androsenko M, Myles J, Kaufman J, Palevsky PM; PRESERVE Trial Group. Outcomes after angiography with sodium bicarbonate and acetylcysteine. *N Engl J Med* 2018;378:603–614.
45. Varenne O, Cook S, Sideris G, Kedev S, Cuisset T, Carrie D, Hovasse T, Garot P, El Mahmoud R, Spaulding C, Helft G, Diaz Fernandez JF, Brugaletta S, Pinar-Bermudez E, Mauri Ferre J, Commeau P, Teiger E, Bogaerts K, Sabate M, Morice MC, Sinnaeve PR; SENIOR Investigators. Drug-eluting stents in elderly patients with coronary artery disease (SENIOR): A randomised single-blind trial. *Lancet* 2018;391:41–50.
46. Mehran R, Baber U, Steg PG, Ariti C, Weisz G, Witzenbichler B, Henry TD, Kini AS, Stuckey T, Cohen DJ, Berger PB, Iakovou I, Dangas G, Waksman R, Antoniucci D, Sartori S, Krucoff MW, Hermiller JB, Shawl F, Gibson CM, Chieffo A, Alu M, Moliterno DJ, Colombo A, Pocock S. Cessation of dual antiplatelet treatment and cardiac events after percutaneous coronary intervention (PARIS): 2 year results from a prospective observational study. *Lancet* 2013;382:1714–1722.
47. Silber S, Kirtane AJ, Belardi JA, Liu M, Brar S, Rothman M, Windecker S. Lack of association between dual antiplatelet therapy use and stent thrombosis between 1 and

12 months following resolute zotarolimus-eluting stent implantation. *Eur Heart J* 2014;35:1949–1956

48. Tada T, Byrne RA, Simunovic I, King LA, Cassese S, Joner M, Fusaro M, Schneider S, Schulz S, Ibrahim T, Ott I, Massberg S, Laugwitz KL, Kastrati A. Risk of stent thrombosis among bare-metal stents, first-generation drug-eluting stents, and second-generation drug-eluting stents: Results from a registry of 18,334 patients. *JACC Cardiovasc Interv* 2013;6:1267–1274

49. Niclauss L. Techniques and standards in intraoperative graft verification by transit time flow measurement after coronary artery bypass graft surgery: A critical review. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017;51:26–33.

50. Byrne RA, Serruys PW, Baumbach A, Escaned J, Fajadet J, James S, Joner M, Oktay S, Juni P, Kastrati A, Sianos G, Stefanini GG, Wijns W, Windecker S. Report of a European Society of Cardiology-European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions task force on the evaluation of coronary stents in Europe: Executive summary. *Eur Heart J* 2015;36:2608–2620

51. Byrne RA, Kastrati A, Kufner S, Massberg S, Birkmeier KA, Laugwitz KL, Schulz S, Pache J, Fusaro M, Seyfarth M, Schomig A, Mehilli J, Intracoronary S, Angiographic Results: Test Efficacy of 3 Limus-Eluting Stents (ISAR-TEST-4) Investigators. Randomized, non-inferiority trial of three limus agent-eluting stents with different polymer coatings: The Intracoronary Stenting and Angiographic Results: Test Efficacy of 3 Limus-Eluting Stents (ISAR-TEST-4) Trial. *Eur Heart J* 2009;30:2441–2449.

52. Smits PC, Hofma S, Togni M, Vazquez N, Valdes M, Voudris V, Slagboom T, Goy JJ, Vuillomenet A, Serra A, Nouche RT, den Heijer P, van der Ent M. Abluminal biodegradable polymer biolimus-eluting stent versus durable polymer everolimus-eluting stent (COMPARE II): A randomised, controlled, noninferiority trial. *Lancet* 2013;381:651–660.

53. Kang SH, Park KW, Kang DY, Lim WH, Park KT, Han JK, Kang HJ, Koo BK, Oh BH, Park YB, Kandzari DE, Cohen DJ, Hwang SS, Kim HS. Biodegradable-polymer drug-eluting stents vs. bare metal stents vs. durable-polymer drug-eluting stents: A systematic review and Bayesian approach network meta-analysis. *Eur Heart J* 2014;35:1147–1158.

54. Pilgrim T, Heg D, Roffi M, Tuller D, Muller O, Vuillomenet A, Cook S, Weilenmann D, Kaiser C, Jamshidi P, Fahrni T, Moschovitis A, Noble S, Eberli FR, Wenaweser P, Juni P, Windecker S. Ultrathin strut biodegradable polymer sirolimus-eluting stent versus durable polymer everolimus-eluting stent for percutaneous coronary revascularisation (BIOSCIENCE): A randomised, singleblind, non-inferiority trial. *Lancet* 2014;384:2111–2122.

55. Kaiser C, Galatiús S, Jeger R, Gilgen N, Skov Jensen J, Naber C, Alber H, Wanitschek M, Eberli F, Kurz DJ, Pedrazzini G, Moccetti T, Rickli H, Weilenmann D, Vuillomenet A, Steiner M, Von Felten S, Vogt DR, Wadt Hansen K, Rickenbacher P, Conen D, Muller C, Buser P, Hoffmann A, Pfisterer M BASKET-PROVE II Study Group. Long-term efficacy and safety of biodegradable-polymer biolimus-eluting stents: Main results of the Basel Stent Kosten-Effektivitäts Trial-PROspective Validation Examination II (BASKETPROVE II), a randomized, controlled noninferiority 2-year outcome trial. *Circulation* 2015;131:74–81.

56. Raugaard B, Jensen LO, Tilsted HH, Christiansen EH, Maeng M, Terkelsen CJ, Krusell LR, Kaltoft A, Kristensen SD, Botker HE, Thuesen L, Aaroe J, Jensen SE, Villadsen AB, Thayssen P, Veien KT, Hansen KN, Junker A, Madsen M, Ravkilde J, Lassen JF, Scandinavian Organization for Randomized Trials with Clinical Outcome (SORT OUT). Zotarolimus-eluting durable-polymer-coated stent versus a biolimus-eluting biodegradable-polymer-coated stent in unselected patients undergoing percutaneous coronary intervention (SORT OUT VI): A randomised non-inferiority trial. *Lancet* 2015;385:1527–1535.

57. Von Birgelen C, Kok MM, van der Heijden LC, Danse PW, Schotborgh CE, Scholte M, Gin R, Somi S, van Houwelingen KG, Stoel MG, de Man F, Louwerenburg JHW, Hartmann M, Zocca P, Linssen GCM, van der Palen J, Doggen CJM, Lowik MM. Very thin strut biodegradable polymer everolimus-eluting and sirolimus-eluting stents versus durable polymer zotarolimus-eluting stents in allcomers with coronary artery disease (BIO-RESORT): A three-arm, randomised, non-inferiority trial. *Lancet* 2016;388:2607–2617.
58. Kereiakes DJ, Meredith IT, Windecker S, Lee Jobe R, Mehta SR, Sarembock IJ, Feldman RL, Stein B, Dubois C, Grady T, Saito S, Kimura T, Christen T, Alcocco DJ, Dawkins KD. Efficacy and safety of a novel bioabsorbable polymer-coated, everolimus-eluting coronary stent: The EVOLVE II Randomized Trial. *Circ Cardiovasc Interv* 2015;8:e002372.
59. Natsuaki M, Kozuma K, Morimoto T, Kadota K, Muramatsu T, Nakagawa Y, Akasaka T, Igarashi K, Tanabe K, Morino Y, Ishikawa T, Nishikawa H, Awata M, Abe M, Okada H, Takatsu Y, Ogata N, Kimura K, Urasawa K, Tarutani Y, Shiode N, Kimura T; NEXT Investigators. Biodegradable polymer biolimus-eluting stent versus durable polymer everolimus-eluting stent: A randomized, controlled, noninferiority trial. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:181–190.
60. Saito S, Valdes-Chavarri M, Richardt G, Moreno R, Iniguez Romo A, Barbato E, Carrie D, Ando K, Merkely B, Kornowski R, Eltchaninoff H, James S, Wijns W; CENTURY II Investigators. A randomized, prospective, intercontinental evaluation of a bioresorbable polymer sirolimus-eluting coronary stent system: The CENTURY II (Clinical Evaluation of New Terumo Drug-Eluting Coronary Stent System in the Treatment of Patients with Coronary Artery Disease) trial. *Eur Heart J* 2014;35:2021–2031.
61. Kandzari DE, Mauri L, Koolen JJ, Massaro JM, Doros G, Garcia-Garcia HM, Bennett J, Roguin A, Gharib EG, Cutlip DE, Waksman R; BIOFLOW Investigators V. Ultrathin, bioresorbable polymer sirolimus-eluting stents versus thin, durable polymer everolimus-eluting stents in patients undergoing coronary revascularisation (BIOFLOW V): A randomised trial. *Lancet* 2017;390:1843–1852.
62. Kufner S, Sorges J, Mehilli J, Cassese S, Repp J, Wiebe J, Lohaus R, Lahmann A, Rheude T, Ibrahim T, Massberg S, Laugwitz KL, Kastrati A, Byrne RA; ISARTEST- 5 Investigators. Randomized trial of polymer-free sirolimus- and probucol-eluting stents versus durable polymer zotarolimus-eluting stents: 5- year results of the ISAR-TEST-5 trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2016;9:784–792.
63. Kufner S, Byrne RA, Valeskini M, Schulz S, Ibrahim T, Hoppmann P, Schneider S, Laugwitz KL, Schunkert H, Kastrati A; Intracoronary Stenting and Angiographic Results: Test Efficacy of 3 Limus-Eluting Stents (ISAR-TEST 4) Investigators. Five-year outcomes from a trial of three limus-eluting stents with different polymer coatings in patients with coronary artery disease: Final results from the ISAR-TEST 4 randomised trial. *EuroIntervention* 2016;11:1372–1379
64. Vlachojannis GJ, Smits PC, Hofma SH, Togni M, Vazquez N, Valdes M, Voudris V, Slagboom T, Goy JJ, den Heijer P, van der Ent M. Biodegradable polymer biolimus-eluting stents versus durable polymer everolimus-eluting stents in patients with coronary artery disease: Final 5-year report from the COMPARE II Trial (abluminal biodegradable polymer biolimus-eluting stent versus durable polymer everolimus-eluting stent). *JACC Cardiovasc Interv* 2017;10:1215–1221.
65. Vlachojannis GJ, Puricel S, Natsuaki M, Morimoto T, Smits PC, Kimura T. Biolimus-eluting versus everolimus-eluting stents in coronary artery disease: a pooled analysis from the NEXT (NOBORI biolimus-eluting versus XIENCE/ PROMUS everolimus-eluting stent) and COMPARE II (Abluminal biodegradable polymer biolimus-eluting stent versus durable polymer everolimus-eluting stent) randomised trials. *EuroIntervention* 2017;12:1970–1977.

66. Sorrentino S, Giustino G, Mehran R, Kini AS, Sharma SK, Faggioni M, Farhan S, Vogel B, Indolfi C, Dangas GD. Everolimus-eluting bioresorbable scaffolds versus everolimus-eluting metallic stents. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:3055–3066.
67. Montone RA, Niccoli G, De Marco F, Minelli S, D’Ascenzo F, Testa L, Bedogni F, Crea F. Temporal trends in adverse events after everolimus-eluting bioresorbable vascular scaffold versus everolimus-eluting metallic stent implantation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Circulation* 2017;135: 2145–2154.
68. Latib A, Colombo A, Castriota F, Micari A, Cremonesi A, De Felice F, Marchese A, Tespili M, Presbitero P, Sgueglia GA, Buffoli F, Tamburino C, Varbella F, Menozzi A. A randomized multicenter study comparing a paclitaxel drug-eluting balloon with a paclitaxel-eluting stent in small coronary vessels: The BELLO (Balloon Elution and Late Loss Optimization) study. *J Am Coll Cardiol* 2012;60:2473–2480.
69. Cortese B, Micheli A, Picchi A, Coppolaro A, Bandinelli L, Severi S, Limbruno U. Paclitaxel-coated balloon versus drug-eluting stent during PCI of small coronary vessels, a prospective randomised clinical trial. The PICCOLETO study. *Heart* 2010;96:1291–1296.
70. Stella PR, Belkacemi A, Dubois C, Nathoe H, Dens J, Naber C, Adriaenssens T, van Belle E, Doevendans P, Agostoni P. A multicenter randomized comparison of drug-eluting balloon plus bare-metal stent versus bare-metal stent versus drug-eluting stent in bifurcation lesions treated with a single-stenting technique: Six-month angiographic and 12-month clinical results of the drug-eluting balloon in bifurcations trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012;80:1138–1146.
71. Alfonso F, Dutary J, Paulo M, Gonzalo N, Perez-Vizcayno MJ, Jimenez-Quevedo P, Escaned J, Banuelos C, Hernandez R, Macaya C. Combined use of optical coherence tomography and intravascular ultrasound imaging in patients undergoing coronary interventions for stent thrombosis. *Heart* 2012;98: 1213–1220.
72. Parise H, Maehara A, Stone GW, Leon MB, Mintz GS. Meta-analysis of randomized studies comparing intravascular ultrasound versus angiographic guidance of percutaneous coronary intervention in pre-drug-eluting stent era. *Am J Cardiol* 2011;107:374–382.
73. Prati F, Guagliumi G, Mintz GS, Costa M, Regar E, Akasaka T, Barlis P, Tearney GJ, Jang IK, Arbustini E, Bezerra HG, Ozaki Y, Bruining N, Dudek D, Radu M, Erglis A, Motreff P, Alfonso F, Toutouzas K, Gonzalo N, Tamburino C, Adriaenssens T, Pinto F, Serruys PW, Di Mario C; Expert’s OCT Review Document. Expert review document part 2: Methodology, terminology and clinical applications of optical coherence tomography for the assessment of interventional procedures. *Eur Heart J* 2012;33:2513–2520.
74. Radu MD, Raber L, Heo J, Gogas BD, Jorgensen E, Kelbaek H, Muramatsu T, Farooq V, Helqvist S, Garcia-Garcia HM, Windecker S, Saunamaki K, Serruys PW. Natural history of optical coherence tomography-detected non-flow-limiting edge dissections following drug-eluting stent implantation. *EuroIntervention* 2014;9:1085–1094.
75. Meneveau N, Souteyrand G, Motreff P, Caussin C, Amabile N, Ohlmann P, Morel O, Lefrancois Y, Descotes-Genon V, Silvain J, Braik N, Chopard R, Chatot M, Ecarnot F, Tauzin H, Van Belle E, Belle L, Schiele F. Optical coherence tomography to optimize results of percutaneous coronary intervention in patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: Results of the multicenter, randomized DOCTORS study (Does Optical Coherence Tomography Optimize Results of Stenting). *Circulation* 2016;134:906–917.
76. Casella G, Klauss V, Ottani F, Siebert U, Sangiorgio P, Bracchetti D. Impact of intravascular ultrasound-guided stenting on long-term clinical outcome: A metaanalysis of available studies comparing intravascular ultrasound-guided and angiographically guided stenting. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;59:314–321.

77. Witzenbichler B, Maehara A, Weisz G, Neumann FJ, Rinaldi MJ, Metzger DC, Henry TD, Cox DA, Duffy PL, Brodie BR, Stuckey TD, Mazzaferri EL Jr, Xu K, Parise H, Mehran R, Mintz GS, Stone GW. Relationship between intravascular ultrasound guidance and clinical outcomes after drug-eluting stents: The assessment of dual antiplatelet therapy with drug-eluting stents (ADAPT-DES) study. *Circulation* 2014;129:463–470.
78. Maehara A, Ben-Yehuda O, Ali Z, Wijns W, Bezerra HG, Shite J, Genereux P, Nichols M, Jenkins P, Witzenbichler B, Mintz GS, Stone GW. Comparison of stent expansion guided by optical coherence tomography versus intravascular ultrasound: The ILUMIEN II study (observational study of optical coherence tomography [OCT] in patients undergoing fractional flow reserve [FFR] and percutaneous coronary intervention). *JACC Cardiovasc Interv* 2015;8:1704–1714.
79. Gao XF, Zhang YJ, Tian NL, Wu W, Li MH, Bourantas CV, Jiang XM, Wang ZM, Li B, Mao WX, Zhang JJ, Chen SL. Stenting strategy for coronary artery bifurcation with drug-eluting stents: A meta-analysis of nine randomised trials and systematic review. *EuroIntervention* 2014;10:561–569.
80. Behan MW, Holm NR, de Belder AJ, Cockburn J, Erglis A, Curzen NP, Niemela M, Oldroyd KG, Kervinen K, Kumsars I, Gunnes P, Stables RH, Maeng M, Ravkilde J, Jensen JS, Christiansen EH, Cooter N, Steigen TK, Vikman S, Thuesen L, Lassen JF, Hildick-Smith D. Coronary bifurcation lesions treated with simple or complex stenting: 5-year survival from patient-level pooled analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study. *Eur Heart J* 2016;37:1923–1928
81. Chen SL, Xu B, Han YL, Sheiban I, Zhang JJ, Ye F, Kwan TW, Paiboon C, Zhou YJ, Lv SZ, Dangas GD, Xu YW, Wen SY, Hong L, Zhang RY, Wang HC, Jiang TM, Wang Y, Chen F, Yuan ZY, Li WM, Leon MB. Comparison of double kissing crush versus Culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: Results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study. *J Am Coll Cardiol* 2013;61:1482–1488
82. Brilakis ES, Banerjee S, Karpaliotis D, Lombardi WL, Tsai TT, Shunk KA, Kennedy KF, Spertus JA, Holmes DR Jr, Grantham JA. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: A report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry). *JACC Cardiovasc Interv* 2015;8:245–253.
83. Maeremans J, Walsh S, Knaapen P, Spratt JC, Avran A, Hanratty CG, Faurie B, Agostoni P, Bressollette E, Kayaert P, Bagnall AJ, Egred M, Smith D, Chase A, McEntegart MB, Smith WH, Harcombe A, Kelly P, Irving J, Smith EJ, Strange JW, Dens J. The hybrid algorithm for treating chronic total occlusions in Europe: The RECHARGE registry. *J Am Coll Cardiol* 2016;68:1958–1970.
84. Galassi AR, Sianos G, Werner GS, Escaned J, Tomasello SD, Boukhris M, Castaing M, Buttner JH, Bufe A, Kalnins A, Spratt JC, Garbo R, Hildick-Smith D, Elhadad S, Gagnor A, Lauer B, Bryniarski L, Christiansen EH, Thuesen L, MeyerGessner M, Goktekin O, Carlino M, Louvard Y, Lefevre T, Lismanis A, Gelev VL, Serra A, Marza F, Di Mario C, Reifart N; Euro CTO Club. Retrograde recanalization of chronic total occlusions in Europe: Procedural, in-hospital, and long-term outcomes from the multicenter ERCTO registry. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:2388–400.
85. Werner GS, Martin-Yuste V, Hildick-Smith D, Boudou N, Sianos G, Gelev V, Rumoroso JR, Erglis A, Christiansen EH, Escaned J, di Mario C, Hovasse T, Teruel L, Bufe A, Lauer B, Bogaerts K, Goicolea J, Spratt JC, Gershlick AH, Galassi AR, Louvard Y; EUROCTO trial investigators. A randomized multicentre trial to compare revascularization with optimal medical therapy for the treatment of chronic total coronary occlusions. *Eur Heart J*;doi:10.1093/eurheartj/ehy220. Published online ahead of print 2 May 2018.
86. Mehran R, Claessen BE, Godino C, Dangas GD, Obunai K, Kanwal S, Carlino M, Henriques JP, Di Mario C, Kim YH, Park SJ, Stone GW, Leon MB, Moses JW, Colombo

A, Multinational Chronic Total Occlusion Registry. Long-term outcome of percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions. *JACC Cardiovasc Interv* 2011;4:952–961.

87. Joyal D, Afilalo J, Rinfret S. Effectiveness of recanalization of chronic total occlusions: A systematic review and meta-analysis. *Am Heart J* 2010;160:179–187

88. Arnous S, Shakhshir N, Wiper A, Ordoubadi FF, Williams P, Clarke B, Mahadavan V, El-Omar M, Mamas M, Fraser D. Incidence and mechanisms of longitudinal stent deformation associated with Biomatrix, Resolute, Element, and Xience stents: Angiographic and case-by-case review of 1,800 PCIs. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015;86:1002–1011