

# Langtidsresultater med a. mammaria interna sinistra som koronar bypass



Medisin og vitenskap

Fra 1986 har vi rutinemessig brukt a. mammaria interna sinistra istedenfor autolog vene som bypass til fremre nedstigende gren av venstre koronararterie.

52 pasienter ble fulgt opp i opptil 12 år. Seks år postoperativt gjennomgikk 40 av disse klinisk undersøkelse, arbeids-EKG og serum-lipidanalyser. 38 ble i tillegg undersøkt med angiografi av de native koronararteriene og samtlige graft, som representerte 47 bypass med a. mammaria interna sinistra, 90 med vena saphena magna og tre med a. mammaria interna dextra. Informasjon om residiv av angina pectoris og behov for gjentatt revaskularisering ble hentet fra journalene. 12-årsmortalitet ble fremskaffet fra folkeregisteret.

50 pasienter ble utskrevet i live. To alvorlige komplikasjoner, hvorav én fatal, var direkte relatert til bruk av a. mammaria interna sinistra. Etter seks år hadde alle etterundersøkte bedret sitt funksjonsnivå og 25 (63 %) var uten angina. 44 av 47 bypass med a. mammaria interna sinistra (94 %), og 67 av 90 venebypass (74 %) var åpne. Etter 12 år var 18 pasienter døde, hvorav halvparten av koronarsykdom. Tobakksforbruket gikk betydelig ned i løpet av de første seks år postoperativt, mens gjennomsnittlig triglyserid- og kolesterolnivå forble moderat forhøyet. Våre resultater samsvarer med større internasjonale studier.

Suksess ved koronar bypasskirurgi avhenger av at de anlagte graft forblir blodførende over tid; okklusjon reduserer overlevelse, medfører ofte residivangina og øker behovet for gjentatt revaskularisering (1). Av autologe venebypass, som lenge var enerådende, okkluderes 15–30 % i løpet av det første året og mer enn 50 % i løpet av ti år postoperativt (2). A. mammaria interna sinistra har vesentlig lavere attrisjonsrate, idet 94 % er åpne 5–12 år etter anastomosering til koronarkar (3). Anvendelse av denne arterien som bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae (oftest kombinert med aortokoronare venebypass) istedenfor utelukkende venegraft reduserte hyppigheten av sene hjerteinfarkter med 29 % og bedret

Kristian Bartnes

kristian.bartnes@unn.no

Barthold Vonen

Avdeling for hjerte-/lunge-/karkirurgi

Arne Johannes Tofte

Røntgenavdelingen

Pål Gunnes

Per Lunde

Medisinsk avdeling

Truls Myrmel

Dag Sørli

Mons Lie

Avdeling for hjerte-/lunge-/karkirurgi

Universitetssykehuset Nord-Norge

9038 Tromsø

Bartnes K, Vonen B, Tofte AJ, Gunnes P, Lunde P, Myrmel T, Sørli D, Lie M.

**Long-term results with the left internal mammary artery as coronary bypass.**

*Tidsskr Nor Lægeforen 2002; 122: 594–8.*

*Background.* From 1986 we have routinely used the left internal mammary artery instead of autologous vein as bypass to the left anterior descending coronary artery.

*Material and methods.* A cohort of 52 patients has been followed up for up to 12 years. Six years postoperatively, 40 patients were evaluated by clinical examination, exercise testing and serum lipid assessment. Of these, 38 underwent angiography of the native coronary arteries and of all grafts, which represented 47 left internal mammary artery, 90 saphenous vein, and 3 right internal mammary artery bypasses. Information regarding angina recurrence and the need for repeated revascularisation was obtained from hospital records. Twelve-year mortality data were provided by public registers.

*Results.* Fifty patients were discharged alive. Two serious complications, of which one was fatal, were directly related to the use of the left internal mammary artery. After six years, all the re-examined patients had improved their exercise tolerance; 25 (63 %) were angina-free. 44 (94 %) left internal mammary artery and 67 (74 %) saphenous vein bypasses were patent. Tobacco consumption was considerably reduced over the first six years postoperatively while mean triglycerid and cholesterol levels remained moderately elevated. After 12 years, 18 patients were deceased, half of them from coronary heart disease.

*Interpretation.* Our results are in accordance with large, international studies.

☞ Se også side 591

overlevelsen ved både ettkars-, tokars- og trekarssykdom (4). Gevinsten var størst ved trekarssykdom, idet tiårsoverlevelse blant opererte med mammariagraft var 83 %, men

bare 71 % blant pasienter som utelukkende hadde venebypass.

Vi rapporterer her kliniske og angiografiske langtidsresultater etter at vår avdeling i 1986 innførte rutinemessig bruk av venstre a. mamma interna som bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae.

### Materiale og metoder

Materialet omfatter 52 (hvorav 14 kvinner) av de ca. 260 pasienter med koronarsykdom som i perioden 11.2. 1986–9.12. 1987 ble operert med anlegging av venstre a. mamma interna som bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae alene eller som sekvensgraft anastomosert også til en av dennes diagonalgrener. 48 pasienter fikk i tillegg anlagt en eller flere aortokoronare venebypass. I tre tilfeller ble også a. mamma interna dextra benyttet. Tre pasienter fikk i samme seanse implantert ventilprotese, hvorav to i aorta- og en i mitralposisjon. Alder på operasjonstidspunktet var 39–68 år (gjennomsnitt 55 år). To var tidligere koronaroperert, ti hadde hovedstammestenoze, 39 hadde trekarssykdom, 45 var i NYHA (New York Heart Association)-funksjonsklasse III eller IV, og 11 ble operert akutt. En av årsakene til den høye andelen med alvorlig koronarsykdom er at mange pasienter fra helseregionen med gunstigere prognostiske faktorer av kapasitetsgrunner ble operert ved utenlandske klinikker på denne tiden.

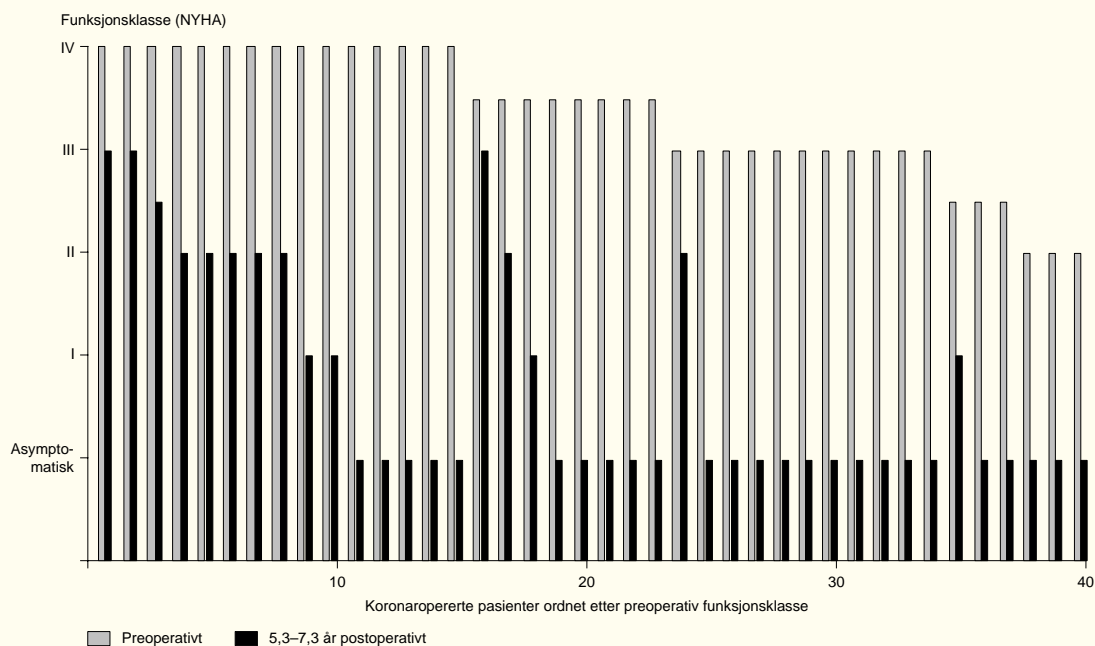
Pasientene ble inkludert uten systematikk, forut for preoperativ koronarangiografi. Også a. mamma interna sinistra ble selektivt angiografert for å kartlegge karetets egnetthet som bypass uten at patologiske forandringer ble påvist. Opplysninger om preoperativt funksjonsnivå, komorbiditet, angiografifunn, lipidstatus, høyde, vekt, røykevaner, risikofaktorer for koronarsykdom og komplikasjoner (tab 1) samt beskrivelse av operasjonen og det senere forløp er hentet fra journalene. Overlevelsesdata ble innhentet fra folkeregisteret. Informasjon om dødsårsak er basert på Dødsårsaksregisteret (n = 14) eller journaler (n = 4).

5,3–7,3 år (gjennomsnittlig 6,0 år) postoperativt ble 40 av de 45 gjenlevende inkludert i en etterundersøkelse utformet i samarbeid med Helsinkideklarasjonen, godkjent av den regionale etiske komité og basert på skriftlig, informert samtykke. Fem gjenlevende takket nei til etterundersøkelse av sosiale årsaker. Disse skilte seg ikke signifikant fra dem som deltok, verken med hensyn til alder, kjønn, komorbiditet, kroppsmasseindeks, røykevaner eller alvorlighetsgrad av koronarsykdommen på operasjonstidspunktet (data ikke vist), forenlige med at det etterundersøkte utvalget var representativt. Pasientene ble innlagt i Klinisk forskningspost, Regionsykehuset i Tromsø, nå Universitetssykehuset Nord-Norge HF, hvor de i løpet av to døgn gjennomgikk klinisk under-

søkelse, belastnings-EKG, serumanalyser samt reangiografi av native koronarkar og anlagte bypass. Muligheten for inkonsistent observasjon ble minimalisert ved at samtlige reangiografier ble utført av en og samme kardiolog, og kun én kardiolog forestod den kliniske evalueringen inkludert belastnings-EKG. En pasient med mekanisk aortaventil ble unntatt fra angiografi fordi man ikke fant det berettiget midlertidig å seponere antikoagulasjonsbehandlingen for studieformål alene, en annen fordi tidligere koronarangiografi hadde medført et (reversibelt) cerebralt insult. Undersøkelsene forløp komplikasjonsfritt.

### Resultater

Av de 52 pasientene ble etterundersøkelse gjennomført for 40, hvorav 38 ble reangiografert. Alle hadde høyere funksjonsnivå seks år postoperativt enn preoperativt, og 25 var symptomfrie (fig 1). En hadde stum iskemi, to hadde gjennomgått infarkt i oppfølgingstiden og en hadde på ny gjennomgått myokardial revaskularisering i form av perkutan transluminal koronar angioplastikk (PTCA). To alvorlige komplikasjoner var direkte relatert til bruk av a. mamma interna sinistra som bypass: En pasient fikk umiddelbart postoperativt et fatalt myokardinfarkt betinget i dissekerende mediablødning med okkluderende trombotisering av mamma-graftet, og en måtte reopereres på grunn av



**Figur 1** Funksjonsnivå hos 40 av de 45 gjenlevende 5,3–7,3 år etter myokardial revaskularisering av 52 koronarpasienter operert med a. mamma interna sinistra-bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae. Preoperativ funksjonsklasse (den funksjonsklasse som var grunnlag for å stille indikasjon for koronaroperasjon) er sammenholdt med funksjonsklasse postoperativt basert på anamnese og belastnings-EKG seks år etter inngrepet. Pasient 10 og 24 gjennomgikk myokardinfarkt i løpet av perioden frem til etterundersøkelsen. Pasient 24 gjennomgikk PTCA i løpet av perioden frem til etterundersøkelsen. Pasient 34 og 40 ble ikke reangiografert ved etterundersøkelsen. Pasient 23 hadde stum iskemi ved etterundersøkelsen. Funksjonsklasse uttrykt som NYHA III-IV og II-III er fremstilt med henholdsvis ordinatverdiene 3,5 og 2,5

**Tabell 1** Preoperative karakteristika og funn ved oppfølging seks år etter koronaroperasjon med a. mammaia interna sinistra som bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae. Data for de 38 av 52 koronarpasienter med a. mammaia interna sinistra-bypass reangiografert ved etterundersøkelse

		Antall pasienter	
Gjennomsnittsalder, år (spredning)	Kvinner 57 (39–63)	10	
	Menn 55 (41–65)	28	
	Samlet 55 (39–65)	38	
Koronarpatologi	Hovedstammestenose	9	
	Trekarssykdom	28	
	Tokarssykdom	8	
	Ettkarssykdom	2	
Komorbiditet	Hjerteinfarkt før inngrepet	25 <sup>1</sup>	
	Hypertoni <sup>2</sup>	12	
	Claudicatio intermittens <sup>3</sup>	5	
	Kronisk obstruktiv lungesykdom <sup>2</sup>	4	
	Diabetes mellitus <sup>2</sup>	4	
	Hyperlipidemi <sup>2</sup>	2	
	Cerebrovaskulær sykdom	2	
	Kronisk glomerulonefritt	1	
	Medikamentell behandling ved utreise etter operasjonen	Betablokker	7
Digitalis		6	
Diuretikum		11	
ACE-hemmer		1	
Kalsiumantagonist		10	
Klasse 1-antiarytmikum		2	
Lipidsenker		2	
Trombocytthemmer		11	
Warfarin		1	
Risikofaktorer for komplikasjoner, koronar- og/eller graftsykdom	Øyeblikkelig hjelp-inngrep	10	
	Tidligere åpen hjertekirurgi	2	
		Pre-operativt	Ved etterundersøkelse <sup>4</sup>
	Antall dagligrøykere	20	12
	Antall sigaretter/dag/røyker <sup>5</sup>	15 (13)	7 (5)
	Serum-triglyserider (mmol/l) <sup>5</sup>	2,0 (1,1)	2,1 (1,3)
	Serum-kolesterol (mmol/l) <sup>5</sup>	6,9 (1,2)	6,5 (1,2)
	Kroppsmasseindeks (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>5</sup>	26 (2,9)	27 (3,8)

<sup>1</sup> 31 myokardinfarkter hvorav to subendokardiale

<sup>2</sup> Under behandling på operasjonstidspunktet

<sup>3</sup> Operert eller symptomgivende på operasjonstidspunktet

<sup>4</sup> Gjennomsnittlig 6,0 (5,3–7,3) år postoperativt

<sup>5</sup> Gjennomsnitt (standardavvik). Serum for lipidanalyser ble tatt etter faste over natt

**Tabell 2** Mortalitet. Dødsfall pga. koronarsykdom de første 12 år etter anlegging av a. mammaia interna sinistra-bypass hos 52 pasienter. Like mange dødsfall (ni av 18) hadde annen årsak, og inntrådte 2,6–11,8 år (median 7,4 år) etter operasjonen

Kjønn	Alder ved død (år)	Overlevelse etter operasjonen (år)	Dødsårsak
♂	65	0	Akutt myokardinfarkt
♂	55	0	Akutt myokardinfarkt
♂	50	1,3	Mors subita
♂	46	7,7	Akutt myokardinfarkt
♂	66	8,3	Akutt myokardinfarkt
♂	68	9,2	Akutt myokardinfarkt
♂	68	10,4	Akutt myokardinfarkt
♂	74	10,8	Hjertesvikt
♂	79	11,3	Hjertesvikt

hertetamponade forårsaket av blødning fra en diatermiesjon i graftet. 12 år etter inngrepet var 18 pasienter (35%) døde, hvorav halvparten av koronarsykdom (tab 2).

Av samtlige 140 bypass anlagt hos de 38 reangiograferte pasientene var 111 (79%) åpne seks år postoperativt (fig 2). 44 av 47 a. mammaia interna sinistra-bypass (94%) var åpne, hvorav tre hadde stenose. Andelen åpne venebypass var betydelig lavere (67 av 90 (74%),  $p < 0,001$ , khikvadrattest), og bare ett av de tre a. mammaia interna dextra-graftene var åpent. Det kliniske resultat seks år postoperativt var klart korrelert til a. mammaia interna sinistra-graftets status, idet fire av fem med stenotisk eller okkludert a. mammaia interna sinistra hadde residivangina og/eller iskemisk respons ved belastnings-EKG ( $p < 0,05$ , khikvadrattest) (tab 3).

Verken for kroppsmasseindeks, triglyserid- eller kolesterolnivå var gjennomsnittsverdiene på oppfølgingstidspunktet signifikant forskjellige fra verdiene preoperativt. Imidlertid var sigarettforbruket betydelig lavere ( $p = 0,0007$ , Wilcoxonstest): Atte av 20 røykere hadde sluttet med tobakk i løpet av oppfølgingsperioden, og sju hadde redusert, ingen økt sitt sigarettforbruk (tab 1).

## Diskusjon

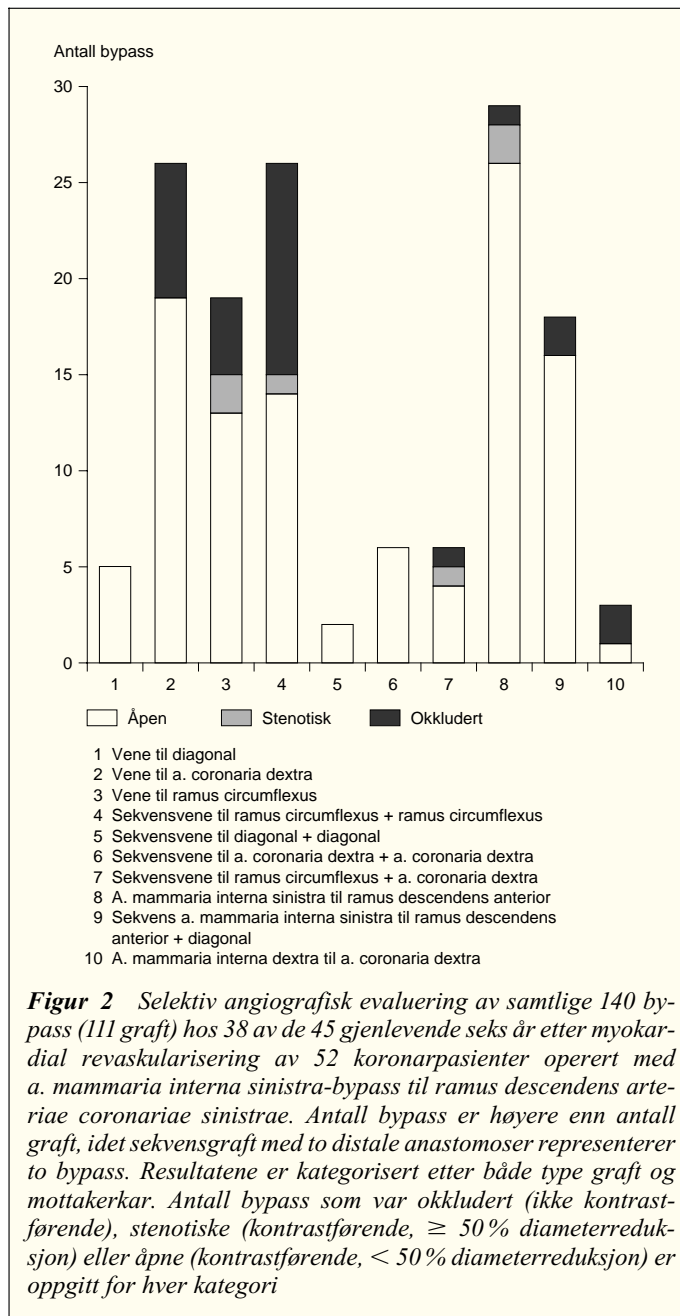
Siden etableringen av hjertekirurgi ved Regionsykehuset i Tromsø (nå Universitetssykehuset Nord-Norge) i 1978 benyttet vår avdeling sporadisk venstre a. mammaia interna som graft. På bakgrunn av store internasjonale studier (3, 4), innførte vi i 1986 rutinemessig bruk av denne arterien istedenfor vene som bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae. Av kvalitetssikringshensyn har vi fulgt et utvalg av den første kohorten som ble operert på denne måten etter at den ble etablert som avdelingens rutine. 30-dagersmortaliteten var 4%, i samme størrelsesorden som intrahospital mortalitet rapportert for 2 551 pasienter som i perioden 1980–90 gjennomgikk førstegangs koronaroperasjon ved amerikanske sentre (2,9%) (5). Femårsoverlevelsen på 88% tilsvarer nøyaktig resultatene for 1 619 svenske menn operert i perioden 1988–91 (6).

25% av våre pasienter var døde etter ti år. Vesentlig lavere (8%) (7) så vel som vesentlig høyere (31%) (8) tiårsmortalitet er rapportert. Fordi en høy andel av opptaksområdets lavrisikopasienter i den aktuelle tidsperioden ble operert ved andre klinikker («hjertebroen»), har vårt materiale et sterkt innslag av pasienter med ugunstige prognostiske faktorer. Dette må antas å ha økt mortaliteten. For pasienter med trekarssykdom operert elektivt med a. mammaia interna sinistra til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae kombinert med venebypass ved The Cleveland Clinic fant man 83% tiårsoverlevelse når perioperative dødsfall var ekskludert (4). Den noe lavere tilsvarende overlevelse på 78% i vårt materiale kan sannsynligvis forklares ved at dette inkluderte

rer øyeblikkelig hjelp-inngrep, kombinerte bypass- og ventiloperasjoner, annengangs koronarinngrep, pasienter med høygradig hovedstammestene og tre ganger flere kvinner. Likeledes kan en dobbelt så høy andel med hovedstammestene og 1,6 ganger flere med trekarsykdom blant våre pasienter forklare en noe lavere overlevelse etter fem og 12 år (henholdsvis 88 % og 65 %) enn i CASS (Coronary Artery Surgery Study)-registeret hvor man i en prospektiv multisenterstudie som omfattet 749 pasienter operert med venstre a. mammaria interna til ramus descendens a. coronariae sinistrae, estimerte fem- og 12-årsoverlevelse til henholdsvis 94 % og 78 % (9).

Vi fant 94 % av de anlagte a. mammaria interna sinistra-bypass åpne 5,3–7,3 år postoperativt. Dette er i samsvar med resultatene fra The Cleveland Clinic, som rapporterte at 95 % av 484 a. mammaria interna sinistra anastomosert til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae var åpne etter ti år (10). Andre studier viser tilsvarende funn (7, 11). Våre data dokumenterer dette graftets betydning for et godt klinisk resultat, idet bare en av fem pasienter med stenotisk eller okkludert a. mammaria interna sinistra var uten holdepunkter for myokardiskemi seks år etter inngrepet. Flere større studier har konkludert med at 75–82 % av aortokoronare v. saphena magna-bypass er åpne fem år postoperativt (1, 11, 12). I overensstemmelse med dette fant vi 74 % av venegraftene åpne etter 5,3–7,3 år.

Våre data viser i likhet med tidligere studier (13) at a. mammaria interna sinistra i nativ posisjon som regel unngår stenosering, selv hos pasienter med avansert aterosklerotisk sykdom, og bekrefter at a. mammaria interna sinistra er venter overlegen med hensyn til sen graftokklusjon. Mens a. mammaria interna beholder sin resistens mot aterosklerose etter at den er anastomosert til koronartreet, degenererer venter i stor grad når de integreres i den arterielle sirkulasjonen. En randomisert, prospektiv studie indikerer at den vanligvis høye blodgjennomstrømming i mottakerkaret (ramus descendens arteriae coronariae sinistrae) ikke er avgjørende for denne forskjellen, idet bare 76 % av v. saphena magna-graft, men 95 % av a. mammaria interna sinistra-graft anastomosert til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae var åpne etter ti år (7).



**Figur 2** Selektiv angiografisk evaluering av samtlige 140 bypass (111 graft) hos 38 av de 45 gjenlevende seks år etter myokardial revaskularisering av 52 koronarpasienter operert med a. mammaria interna sinistra-bypass til ramus descendens arteriae coronariae sinistrae. Antall bypass er høyere enn antall graft, idet sekvensgraft med to distale anastomoser representerer to bypass. Resultatene er kategorisert etter både type graft og mottakerkar. Antall bypass som var okkludert (ikke kontrastførende), stenotiske (kontrastførende,  $\geq 50\%$  diameterreduksjon) eller åpne (kontrastførende,  $< 50\%$  diameterreduksjon) er oppgitt for hver kategori

Etter den umiddelbare postoperative fasen er aterosklerose, eventuelt komplisert med trombose, den viktigste årsak til ventergraftokklusjon (14). Forhøyet serumkolesterolnivå og røyking er de sterkeste risikofaktorer som kan påvirkes postoperativt (14). Data fra CASS-registeret viste 84 % ti-årsoverlevelse blant dem som sluttet å røyke etter koronar bypassoperasjon, mot bare 68 % overlevelse blant dem som fortsatte (15). Det var derfor oppløftende at 40 % av dem som i vårt materiale var røykere på operasjonstidspunktet, hadde sluttet etter seks år. Tilsvarende fant man i en omfattende nederlandsk studie at 30 % hadde sluttet å røyke fem år postoperativt (16).

Lipidsenkende medikasjon hemmer aterosklerotisk degenerering av aortokoronare venegraft (17, 18). Imidlertid var slik behandling ikke systematisk gjennomført i

den perioden vår kohort ble operert, og bare to av pasientene brukte kolesterolsenkende medikamenter på operasjonstidspunktet. Lipidnivåene var da heller ikke redusert ved oppfølging seks år postoperativt. De senere års rutinemessige behandling med statiner har sannsynligvis bidratt til å bedre resultatene for koronarkirurgi ved vår avdeling: Tiårsoverlevelse var for perioden fra 1991 82 % (H. Rydningen, T. Myrmed, foredrag ved The European Association for Cardio-thoracic Surgery/European Society of Thoracic Surgeons Joint Meeting, Lisboa september 2001), 7 prosentpoeng høyere enn i 1987/88-kohorten. Den økte og etter hvert systematiske bruk av acetylsalisylsyre hos koronaropererte har etter alt å dømme også bidratt (19).

Idet også arteriene mammaria interna dextra, radialis, gastroepiploica dextra og epigastrica inferior er velegnede som koronare bypass (20), kan alle koronargebeter nås med arterielle graft. Myokardial revaskularisering ved bruk av utelukkende arterier som bypass kan gjennomføres uten økt komplikasjonsfrekvens (20–23). Også i vår avdeling har vi gode erfaringer med denne strategien (24). Men det har lenge vært kontroversielt hvorvidt man i forbindelse med bypass av stenoser på ramus descendens arteriae coronariae sinistrae med venstre a. mammaria interna oppnår en tilleggsgevinst ved å anlegge ytterligere arteriegraft fremfor venegraft til andre koronarkar. I en rekke materialer oppnådde man ikke noen resultatforbedring

ved å kombinere de to mammaria interna arteriene istedenfor å bruke a. mammaria interna sinistra som eneste arteriegraft (25–27). En studie som omfattet mer enn 10 000 pasienter har imidlertid vist bedre langtidsoverlevelse og lavere behov for gjentatt revaskularisering hos pasienter med to mammariagraft (ev. kombinert med venegraft) sammenliknet med dem med bare ett (28). Høyere overlevelse ved bruk av begge enn ved bruk av bare den ene a. mammaria interna ble også nylig vist i en meta-analyse som inkluderte nær 16 000 pasienter (29). De gode erfaringene med bruk av mammariagraft kombinert med de nå veldokumenterte resultatene med a. radialis som aortokoronar bypass (30) har medført at vår avdeling i økende utstrekning bruker to eller tre arterielle graft ved myokardial revaskularisering.

**Tabell 3** Kliniske resultater for pasienter med hemodynamisk signifikante patologiske funn ved selektiv angiografi av a. mammaria interna sinistra-graft. Tabellen sammenholder kliniske data med angiografifunn seks år og mortalitet 12 år postoperativt for de fem av totalt 38 reangiograferte pasienter som hadde signifikant affeksjon av a. mammaria interna sinistra-graftet

Kjønn	Angiografifunn	Manifestasjoner av koronarsykdom i løpet av 5,3–7,3 år postoperativt			Overlevelse (år postoperativt)	Dødsårsak
		Residivangina <sup>1</sup>	Myokardinfarkt <sup>2</sup>	Funksjonsnivå <sup>3</sup>		
♀	Stenose	Ingen	Ingen	Stum iskemi ved 100 W	10,4	Apoplexia cerebri
♀	Okklusjon	Ingen	Ingen	Asymptomatisk	> 13,7	– <sup>4</sup>
♀	Okklusjon	Etter fem år	Ikke-Q-infarkt etter seks år	Funksjonsklasse I <sup>3</sup>	> 13,8	– <sup>4</sup>
♂	Stenose	Etter to uker	Ingen	Funksjonsklasse III	> 13,6	– <sup>4</sup>
♂	Okklusjon	Umiddelbart	Ingen	Funksjonsklasse II	11,8	Prostatakreft

<sup>1</sup>Basert på anamnese

<sup>2</sup>Basert på journaldata

<sup>3</sup>Basert på anamnese og belastnings-EKG

<sup>4</sup>I live per 1.7. 2001

### Litteratur

- Fitzgibbon GM, Kafka HP, Leach AJ, Keon WJ, Hooper GD, Burton JR. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5,065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 616–26.
- Campeau L, Enjalbert M, Lesperance J, Vaislic C, Grondin CM, Bourassa MG. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation* 1983; 68: III–7.
- Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 248–58.
- Loop LD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW et al. Influence of the internal-mammary-artery graft on 10-year survival and other cardiac events. *N Engl J Med* 1986; 314: 1–6.
- Edwards FH, Clark RE, Schwartz M. Coronary artery bypass grafting: the Society of Thoracic Surgeons National Database experience. *Ann Thorac Surg* 1994; 57: 12–9.
- Herlitz J, Brandrup-Wognsen G, Karlson BW, Sjøland H, Karlsson T, Caidahl K et al. Mortality, risk indicators of death, mode of death and symptoms of angina pectoris during 5 years after coronary artery bypass grafting in men and women. *J Intern Med* 2000; 247: 500–6.
- Zeff RH, Kongthaworn C, Iannone LA, Gordon DF, Brown TM, Phillips S et al. Internal mammary artery versus saphenous vein graft to the left anterior descending coronary artery: prospective randomized study with 10-year follow-up. *Ann Thorac Surg* 1988; 45: 533–6.
- Bathgate AJ, Irving JB. Ten year follow up of patients referred for coronary artery bypass grafting from a single district general hospital. *Heart* 1997; 78: 584–6.
- Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal-thoracic-artery grafts – effects on survival over a 15-year period. *N Engl J Med* 1996; 334: 216–9.
- Lytle BW, Cosgrove DM. Coronary artery bypass surgery. *Curr Prob Surg* 1992; 29: 733–807.
- Bourassa MG, Campeau L, Lesperance J. Changes in grafts and coronary arteries after coronary bypass surgery. *Cardiovasc Clin* 1991; 21: 83–100.
- Bourassa MG, Fisher LD, Campeau L, Gillespie MJ, McConney M, Lesperance J. Long-term fate of bypass grafts: the Coronary Artery Surgery Study (CASS) and Montreal Heart Institute experiences. *Circulation* 1985; 72: V71–8.
- Kay HR, Korns ME, Flemma RJ, Ractor AJ, Lopley D jr. Atherosclerosis of the internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1976; 21: 504–7.
- Solymoss BC, Leung TK, Pelletier LC, Campeau L. Pathologic changes in coronary artery saphenous vein grafts and related etiologic factors. *Cardiovasc Clin* 1991; 21: 45–65.
- Cavender JB, Rogers WJ, Fisher LD, Gersh BJ, Coggin CJ, Myers WO. Effects of smoking on survival and morbidity in patients randomized to medical or surgical therapy in the Coronary Artery Surgery Study (CASS): 10-year follow-up. CASS Investigators. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 287–94.
- Voors AA, Brussel BL, Plokker HWT, Ernst SM, Koomen EM, Tijssen JG et al. Smoking and cardiac events after venous coronary bypass surgery. A 15-year follow-up study. *Circulation* 1996; 93: 42–7.
- Blankenhorn DH, Nessim SA, Johnson RL, Sanmarco ME, Azen SP, Cashin-Hemphill L. Beneficial effects of combined cholestipol-niacin therapy on coronary atherosclerosis and coronary venous bypass grafts. *JAMA* 1987; 257: 3233–40.
- Popma JJ, Sawyer M, Selwyn AP, Kinlay S. Lipid-lowering therapy after coronary revascularization. *Am J Cardiol* 2000; 86: 18H–28H.
- Fremes SE, Levinton C, Naylor CD, Chen E, Christakis GT, Goldman BS. Optimal antithrombotic therapy following aortocoronary bypass: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993; 7: 169–80.
- Barner HB, Sundt TM. Multiple arterial grafts and survival. *Curr Opin Cardiol* 1999; 14: 501–5.
- Pym J, Luffman B, Parry M. Total arterial revascularization of the heart: intentional or inevitable. *AACN Clin Issues* 1997; 8: 9–19.
- Weinschelbaum EE, Gabe ED, Macchia A, Smimmo R, Suarez LD. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114: 911–6.
- Buxton BF, Fuller JA, Tatoulis J. Evolution of complete arterial grafting for coronary artery disease. *Tex Heart Inst J* 1998; 25: 17–23.
- Almdahl SM, Ivert T, Vaage J, Moland J, Sørli D, Tofte AJ et al. Arteria gastroepiploica dextra i koronarkirurgi. Komplet revaskularisering ved angina pectoris. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1990; 110: 1328–30.
- Accola KD, Jones EL, Craver JM, Weintraub WS, Guyton RA. Bilateral mammary artery grafting: avoidance of complications with extended use. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 872–8.
- Berrekouw E, Schonberger JP, Ercan H, Koldewijn EL, de Bock M, Verwaal VJ et al. Does it make sense to use two internal thoracic arteries? *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 1456–63.
- Sergeant P, Blackstone E, Meyns E. Validation and interdependence with patient-variables of the influence of procedural variables on early and late survival after CABG. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 12: 1–19.
- Lytle B, Blackstone EH, Loop FD, Houghtaling PL, Arnold JH, Akhrass R et al. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117: 855–72.
- Taggart DP, D'Amico R, Altman DG. Effect of arterial revascularisation on survival: a systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet* 2001; 358: 870–5.
- Iaco AL, Teodori G, Di Giammarco G, Di Mauro M., Storto L, Mazzei V et al. Radial artery for myocardial revascularization: long-term clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 464–9.