

Lösningar för högflödesfistlar

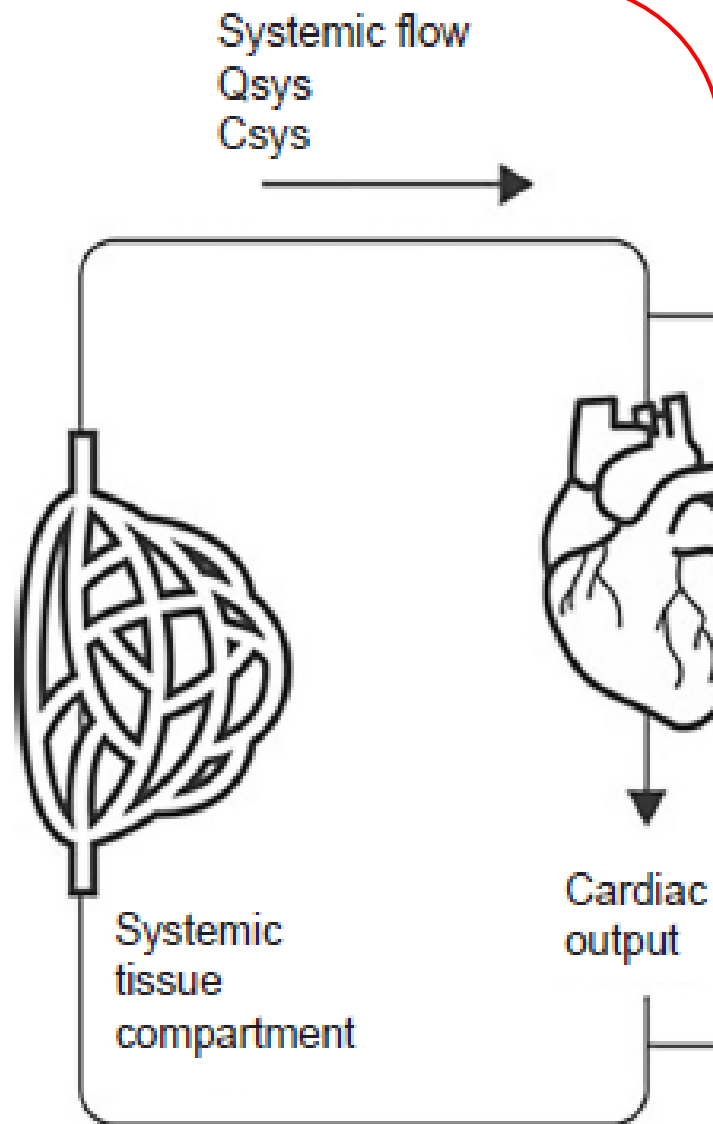
Solutions in high-flow fistulas

Nick Inston PhD FRCS

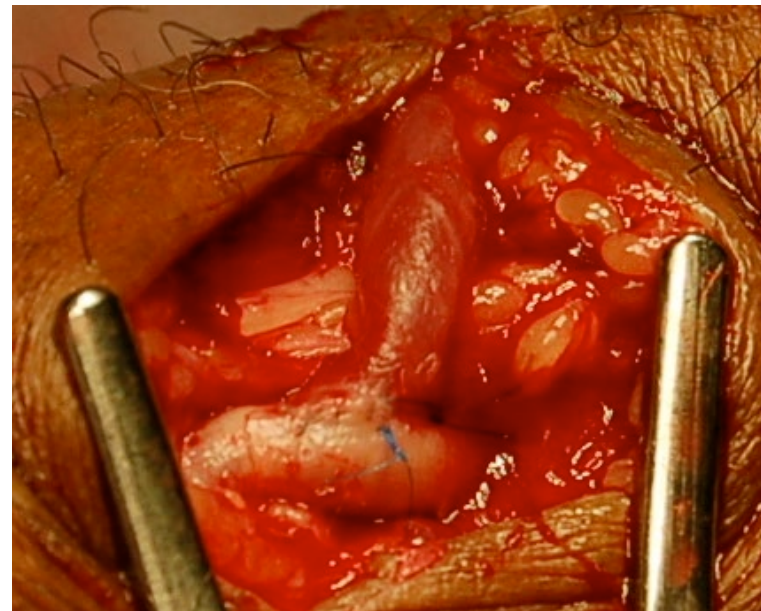
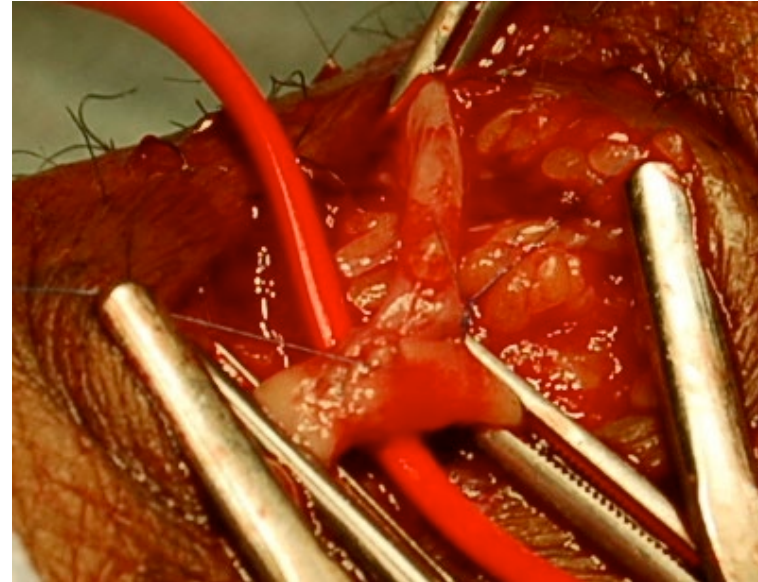
Queen Elizabeth Hospital

Birmingham

UK

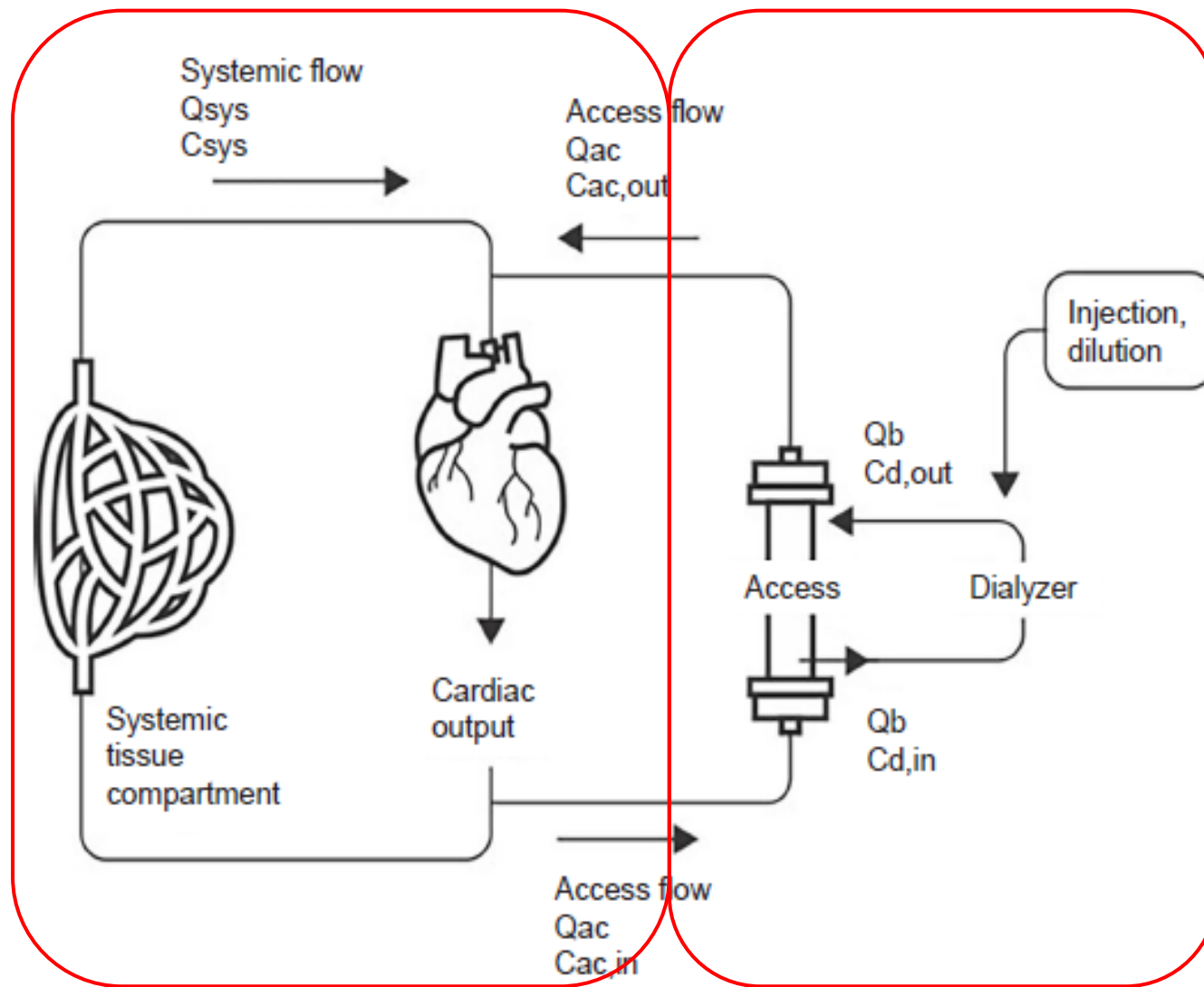


Normal



När vi skapar en AV-fistel går vi från ett seriekopplat cirkulationssystem – det vill säga ut ur hjärtat, genom artärsystemet, kapillärbäddar och tillbaka till hjärtat via venerna...

När vi släpper klämmorna och skapar en fistel skapar vi omedelbart en andra cirkulation...



Onormal

Alla arbetande fistlar
 skapar en situation
 med högt flöde
 =
 Vänster-till-höger-
 shunt
 från den arteriella
 cirkulationen med
 högt motstånd till det
 venösa systemet med
 lågt motstånd,
 =
 hyperdynamiskt
 cirkulationstillstånd.

Vi upprättar en dubbel parallell cirkulation. Fisteln går förbi distala vävnadsbäddar med högre motstånd och återför blod direkt till hjärtat. Den fungerar som en vänster-till-höger-shunt och producerar ett hyperdynamiskt tillstånd.

Tillkomst
av en AVF

Systemmotstånd sjunker



Kompensatorisk ökning av cardiac output



Högre slagvolym(SV),
Ökad ejektionsfraktion(EF)
Ökat cardiac index(CI)

Förstoring av både förmak och kammare, förhöjd vänsterkammars slutdiastoliska volym (LVEDV) och ökad väggspänning

Dessa strukturella anpassningar kan upptäckas så tidigt som dag 3–14 efter AVF-bildning, med märkbara ökningar av vänster förmaksdiameter (LAD) och nivåer av hjärnans natriuretiska peptid (BNP).

Förmaksnatriuretisk peptid (ANP) stiger som svar på förmakssträckning på grund av ökat venöst återflöde.

Vid långvarig exponering utvecklar hjärtat excentrisk hypertrofi och nedsatt diastolisk fyllning.

I svåra fall kan dessa förändringar utvecklas till nedsatt systolisk funktion och tydlig HOCF, även hos patienter med en initialt bevarad EF.

Som en anpassning ökar hjärtminutvolymen och kompensationsmekanismer med hjärtförändringar intruder för att stödja det ökade blodflödet. För de flesta fistlar planar ökning av blodflödet så småningom ut på grund av kärlombyggnad och ökar inte ytterligare...

Vad är en högflödesaccess?

- Definitioner och tröskelvärden för högflödesaccess saknar konsensus.
- Riktlinjer från Vascular Access Society och KDOQI
 - Flöde (Qa) mellan 1–1,5 l/min eller ett Qa >20 % av hjärtminutvolymen (CO)
- Riktlinjer från European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2018
 - rekommenderar noggrann övervakning av alla AVF med ett Qa >1,5 l/min
- Spanska riktlinjer
 - Qa >2 l/min eller Qa >30 % av hjärtminutvolymen

För vissa fistlar fortsätter dock blodflödet att öka. Detta är vad vi kallar en högflödesfistel.

Tyvärr är definitionen av högt flöde inte enhetlig. VAS och KDOQI är konsekventa vid 1 till 1,5 l/min, eller så representerar blodflödet i fistlen (Qa) hjärtminutvolymen 20 %. ESVS anger 1,5 l/min. De spanska riktlinjerna är högre vid 2 l/min eller 30 % av hjärtminutvolymen...

Incidens

Incidensen har rapporterats så lågt som 4 % i generella hemodialysgrupper av Gerrickens

Men rapporterats så högt som 25,7–31,4 % av andra författare

Gerrickens MW, Yadav R, Vaes RH, Scheltinga MR. A scoping review on surgical reduction of high flow arteriovenous haemodialysis access. J Vasc Access. 2024;25(3):728-44

Shah NA, Byrne P, Endre ZH, Cochran BJ, Barber TJ, Erlich JH. Predicting high-flow arteriovenous fistulas and cardiac outcomes in hemodialysis patients. J Vasc Surg. 2025;81(3):751-8.e8.

Schier T, Göbel G, Bösmüller C, Gruber I, Tiefenthaler M. Incidence of arteriovenous fistula closure due to high-output cardiac failure in kidney-transplanted patients. Clin Transplant. 2013;27(6):858-65

Förekomsten av högt flöde är också oklar. Om inte alla fistlar har monitoreras med flödesmätning är det i stort sett okänt hur vanligt högt flöde är. I andra mer fokuserade studier är andelen mycket högre.

Prevention

The Journal of Vascular Access
Volume 22, Issue 5, September 2021, Pages 697-700
© The Author(s) 2020, Article Reuse Guidelines
<https://doi.org/10.1177/1129729820959930>



Original research articles

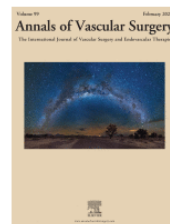
Feasibility of a 3 mm arteriotomy for brachiocephalic fistula formation

Jeremy Crane, Safa Salim, and Rowland Storey 

FULL TEXT ARTICLE

Small Arteriovenous Anastomosis in Fistula Creation: Establishing a Functional Vascular Access while Minimizing Steal Syndrome  

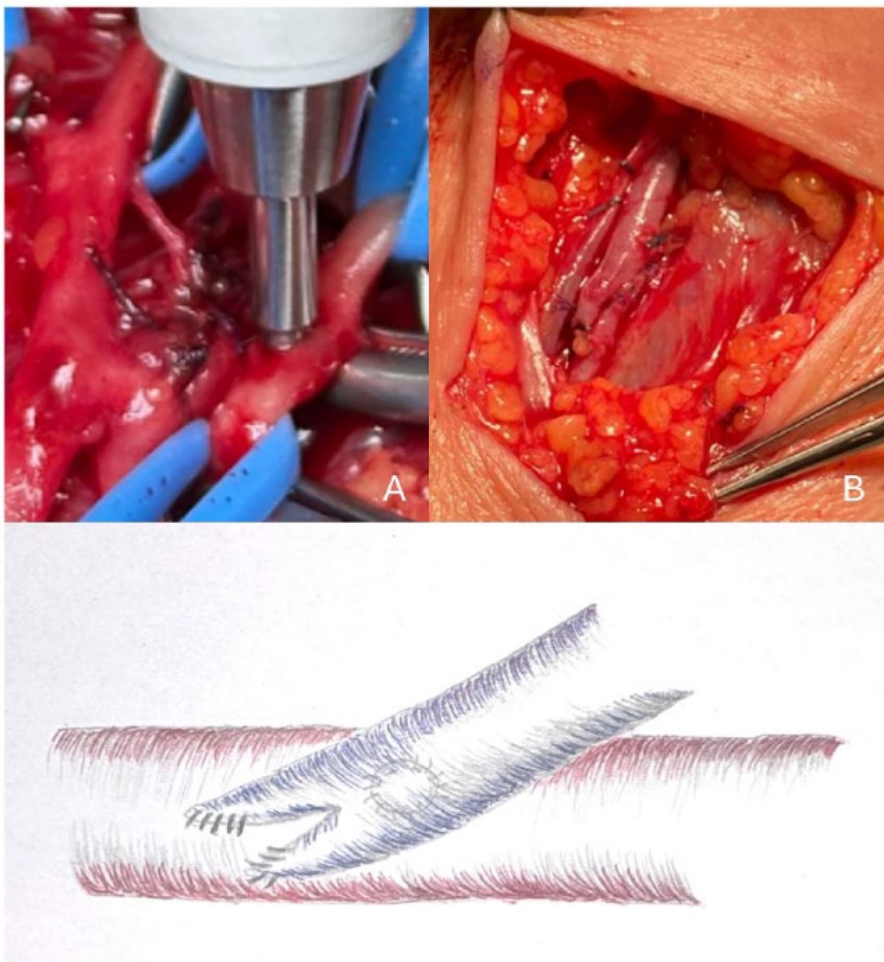
Michael A. Turner, Asma Mathlouthi, Rohini J. Patel, Mark Perreault, Mahmoud B. Malas and Omar Al-Nouri
Annals of Vascular Surgery, 2024-02-01, Volume 99, Pages 142-147, Copyright © 2023



- Sekundär patency vid 6 och 12 månader var 94 % respektive 91 %.
- ‘Stealfenomen’ i 5,4 %
- Inga incidenter av högflödesfistel

	Small	Regular
Anastamosis size	5-6mm	8-10mm
Primary patency	46.9%	67.9%
Functional patency, N (%)	82.2%	87.7%
Steal	0%	9%

Eftersom titeln på föredrag är “Lösningar för högt flöde”, så jag går över till det. För det första, kan vi förhindra högt flöde? Vi vet inte varför vissa patienter får högt flöde och andra inte. Det som sannolikt bidrar till detta och som vi kan kontrollera är anastomosstorleken. Ett par studier har visat låg förekomst av högt flöde vid trängre anastomoser. Jeremy Crane visade att en 3 mm anastamos inte gav högt flöde eller steal trots goda resultat. En ytterligare studie med så kallade små anastomoser på 5–6 mm jämfört med 8–10 mm visade också god patency utan högt flöde eller steal, även om detaljerna i denna studie saknas något.



Original research article

Sizing matters not: Technical standardization of small anastomoses in AVF surgery for complex patients

Marco Franchin , Maria Cristina Cervarolo, Alessandra Bandiera, Sara Monteleone, Alberto Inguscio, Gabriele Piffaretti, and Matteo Tozzi

3,6 mm hål

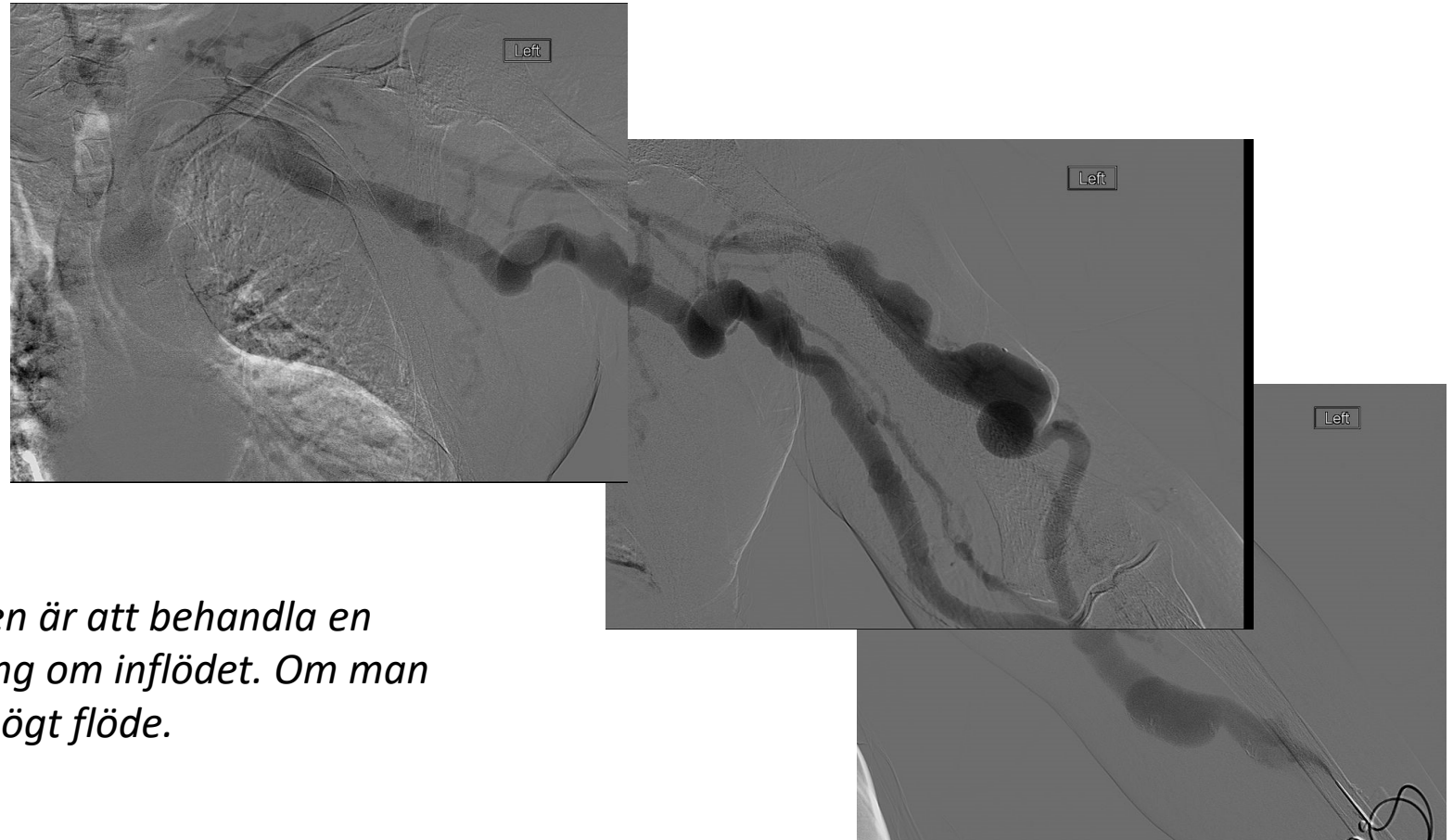
Mognad uppnåddes i 98,2 % av fallen.

Genomsnittligt AVF-flöde vid 12 månader var 1080 ± 170 ml/min (intervall: 920–1460 ml/min)

Matteo Tozzi's grupp använde en 3,6 mm stansanastomos med p SLOT-teknik. Denna serie hade ett maximalt flöde på 1460 ml/min och ett acceptabelt medelflöde med utmärkt mognad.

Prevention

"Högflödes"-access med utflödesstenos
- Behandla inflödet, gör inte PTA av utflödesstenosen

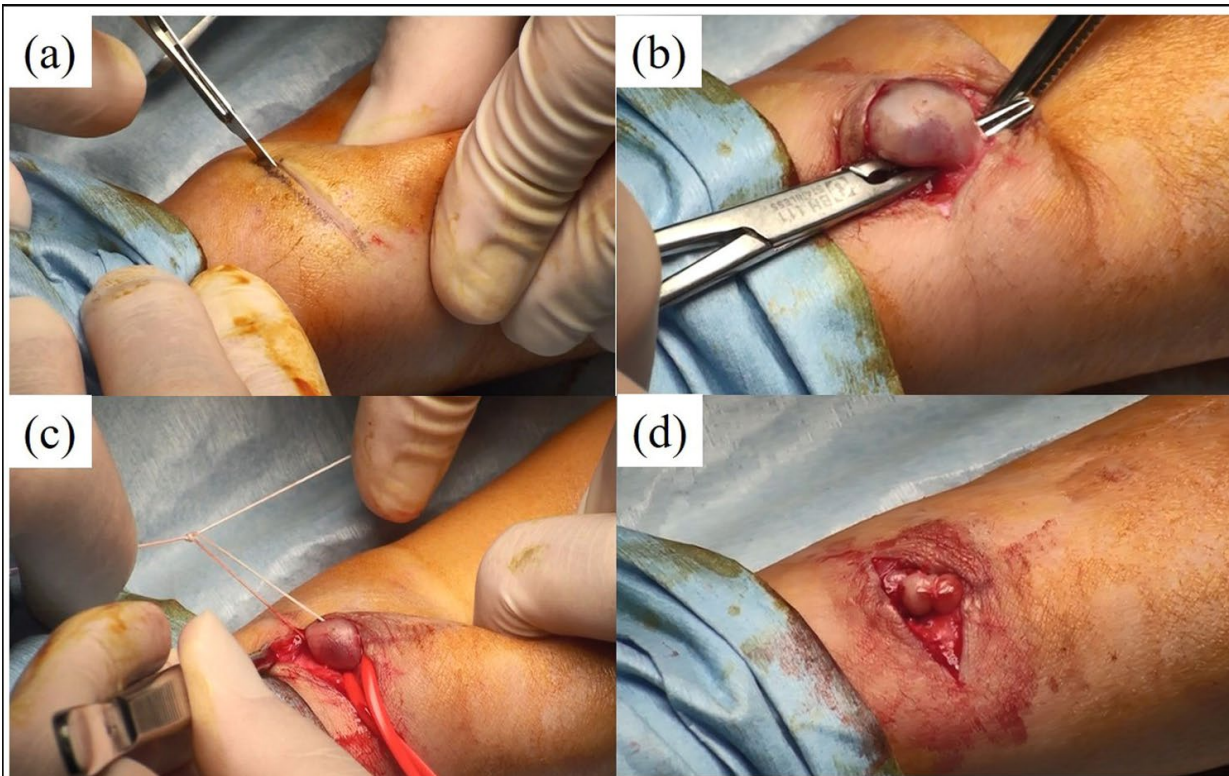
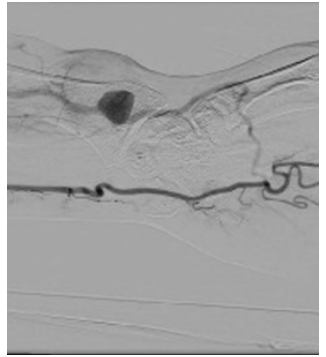


Det andra området där vi förvärrar saken är att behandla en utflödesstenos utan att ha en uppfattning om inflödet. Om man ökar detta utflöde kommer man att få högt flöde.

Behandling - Ligatur

100 % effektiv för att minska högt flöde

Risker = stumpaneurysm



Naganuma T. Arteriovenous Fistula Closure Using a Simple Ligation Technique After Kidney Transplantation, Transplantation Proceedings, Volume 56, Issue 3, 2024, Pages 526-529, ISSN 0041-1345

- Bland 60 njurtransplantationspatienter efter AVF-ligature hade 8 % av patienterna symtomatisk arteriell trombos och 5 % hade ett symtomatiskt aneurysm i givarartären.
- Prospektivt ultraljud visade ytterligare asymptomatiska komplikationer hos nio patienter (18 % incidens).
- Incidensen av asymptomatisk arteriell trombos var 14 % och vissa sträckte sig upp till axillaris. Incidensen av aneurysm i brachialis var 6 %.

Zrimšek M et al Complications on the feeding artery after an arterio-venous fistula closure in patients after kidney transplantation – a national cohort study, *Clinical Kidney Journal*, Volume 18, Issue 1, January 2025,

Men hur är det när vi har högt flöde? Det mest uppenbara och enklaste alternativet är ligering. Att stänga fisteln. Även om det är mycket effektivt är det inte utan komplikationer. Om ligeringen lämnar en stump finns det risk för aneurysm. Likaså kan den plötsligt minskade flödet resultera i arteriell trombos i så mycket som 14 % av fallen.

Behandling – Flödesreduktion med banding

Teixeira et al

227



TABLE I - Characteristics of patients undergoing banding because of hand ischaemia and high flow access

	All patients (n = 119)	HAIDI (n = 64)	HFA (n = 55)	p value
Age (y)	61 (21-90)	65.5 (22-90)	56.4 (21-87)	0.001*
Gender, n (%)				
Male	72 (60.5%)	37 (57.8%)	35 (53.6%)	0.575
Comorbid conditions, n (%)				
Diabetes	49 (41.2%)	36 (56.3%)	13 (23.6%)	0.004*
Hypertension	19 (15.9%)	9 (14.1%)	10 (18.2%)	0.620
Peripheral artery disease	18 (15.1%)	12 (18.8%)	6 (10.9%)	0.307
Medications, n (%)				
Antiaggregation	61 (51.3%)	34 (53.1%)	27 (49.1%)	0.715
Anticoagulation	15 (12.6%)	9 (14.1%)	6 (10.9%)	0.783
Vascular access, n (%)				
Forearm	8 (6.7%)	5 (7.8%)	3 (5.5%)	-
Upper arm		55 (85.9%)	52 (94.5%)	-
Graft	4 (3.4%)	4 (6.3%)	-	-
Fistula flow $\pm$ SD (mL/min)	2073 $\pm$ 820	1689 $\pm$ 721	2435 $\pm$ 744	0.001*

HAIDI = haemodialysis access-induced distal ischaemia; HFA = high flow access.

* Indicates statistically significant difference.

TABLE III - Number of patients with banding-related complications. Technical failure, recurrence of symptoms, requiring new banding. Excessive banding, access with inappropriate access flow caused by banding

Complications	All patients (n = 119)	HAIDI (n = 64)	HFA (n = 55)
Technical failure	20	10	10
Excessive banding	4	4	-
Thrombosis	6	4	2
Rupture	3	-	3
False aneurysm	1	-	1
Total	34 (28.6%)	18 (28.1%)	16 (29.1%)

HAIDI = haemodialysis access-induced distal ischaemia; HFA = high flow access.

95% = överarms AVFs

20% = tekniskt misslyckade

Istället för en komplett ocklusion med ligatur, kan flöde minskas med hjälp av en bandningsprocedur.

Nästan alla höglödesfistlar fanns i överarmsfistlar.

Komplikationsfrekvensen var ganska hög med nästan 20 % tekniska fel.

“Precisions” Banding

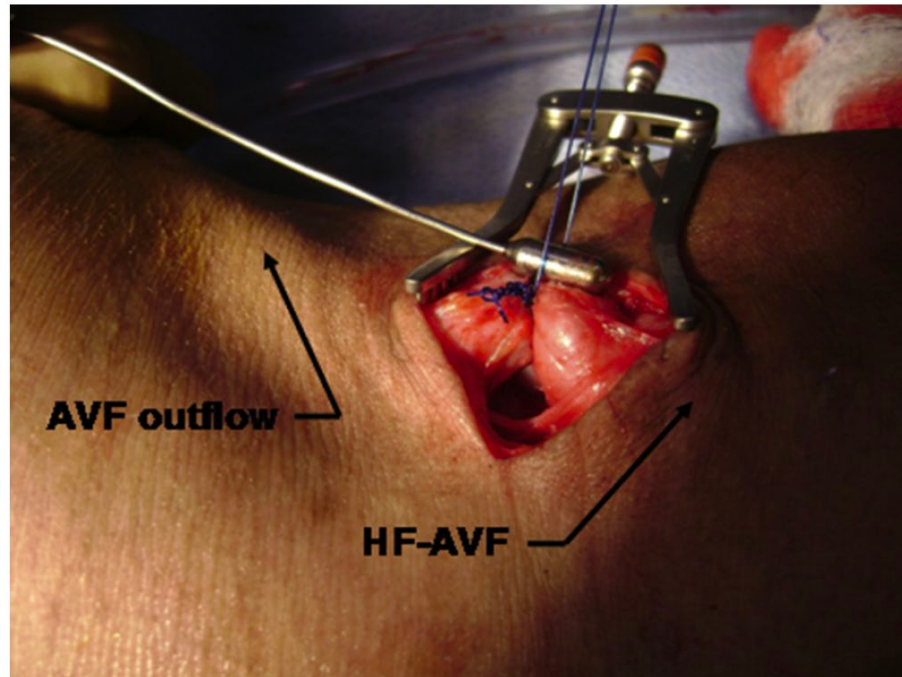
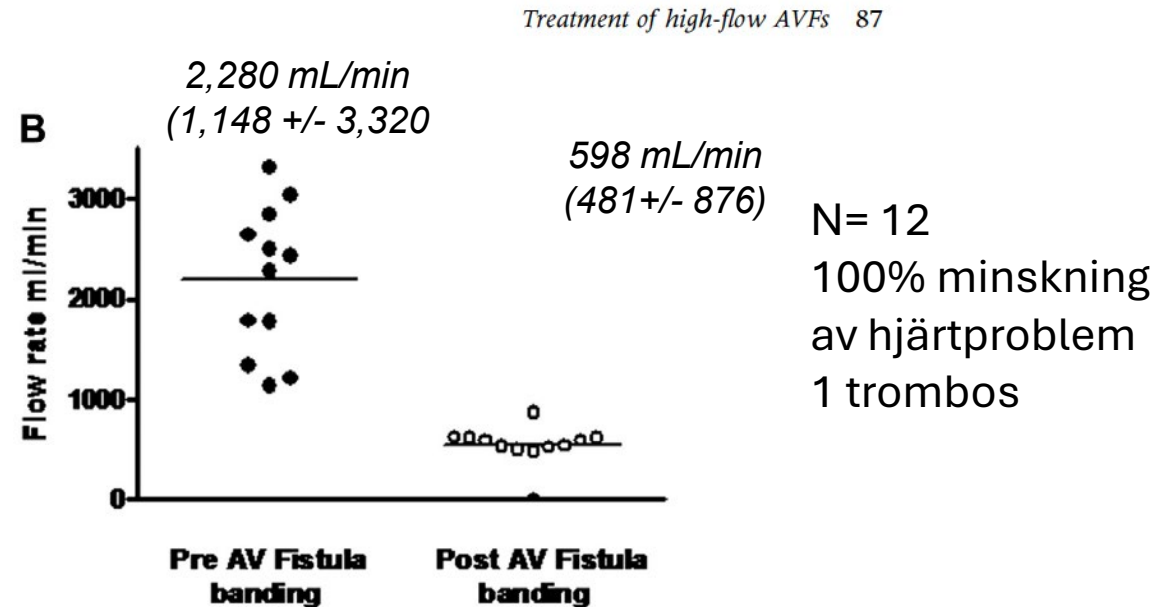


Fig. 1. The photo shows a precise banding of a HF—AVF using a coronary dilator as a dowel for reliable sizing of the restriction site. This simple flow restriction is created adjacent to the AVF anastomosis using polypropylene suture and sized in 0.5-mm increments. AVF flow rates are remeasured until the target access flow is achieved (500–800 mL/min). A second suture was placed at the same site for security.



Gkotsis, G. · Jennings, W.C. · Malik, J. et al Treatment of high flow arteriovenous fistulas after successful renal transplant using a simple precision banding technique Ann Vasc Surg. 2016; 31:85-90

- *En mer exakt teknik är att använda en storleksmätare eller plugg och stegvis minska storleken med 0,5 mm. Detta visade utmärkta resultat i en amerikansk studie, men långsiktiga resultat rapporterades inte.*

Behandling – Flödesreduktion med banding

Teixeira et al

TABLE VI - Study results for banding procedure

First author	Clinical	Number of patients	Free of symptoms (%)
Odland (18)	HAIDI	16	100
DeCaprio (5)	HAIDI	11	91
Morsy (19)	HAIDI	6	100
Aschwanden (20)	HAIDI	3	100
Zanow (21)	HAIDI (n = 78)	95	86 (HAIDI)
	HFA (n = 17)		96 (HFA)
van Hoek (15)	HAIDI (n = 9)	17	88
	HFA (n = 8)		
Gupta (22)	HAIDI	21	52
Jennings (23)	HFA and central stenosis	22	100
Vaes (16)	HFA	50	48
Leake (6)	HAIDI	38	75

AVF = arteriovenous fistula; AVG = arteriovenous graft; HAIDI = haemodialysis access-induced distal ischaemia; HFA = high flow access

De flesta rapporterna rör
handischemi (HAIDI) och inte
högflödesaccesser

Resultatn varierar

Jennings 100% success

Zanow 96% success HFA

Vaes 48% success HFA

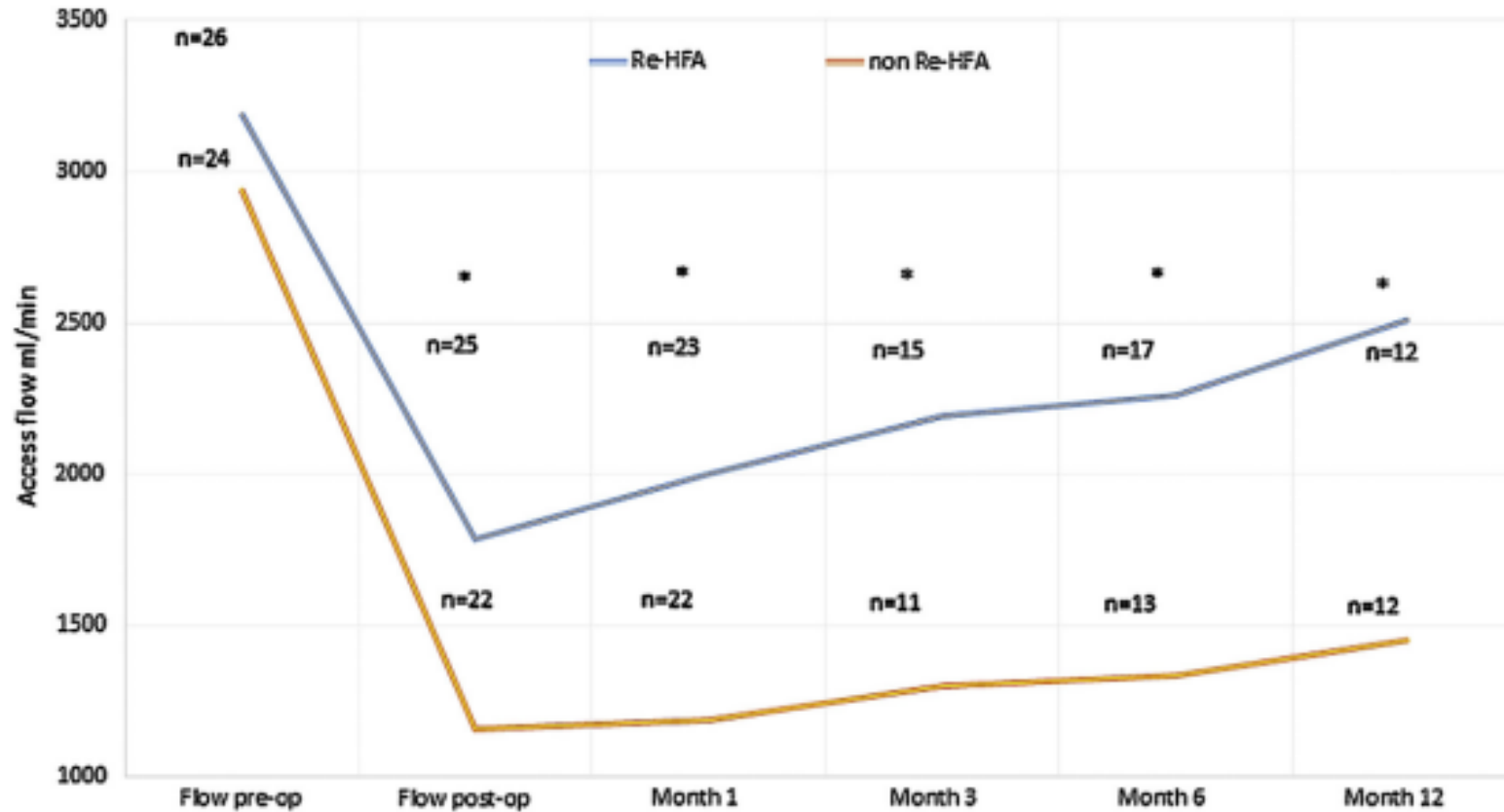


Fig 1. Access flow (mL/min) is plotted during 12 months of follow-up after banding. The *upper curve* reflects patients developing recurrent high-flow access (HFA; >2000 mL/min). The *lower curve* illustrates patients with access flow that remained <2000 mL/min. * $P < .05$.

Vaes, R.H. et al Effectiveness of surgical banding for high flow in brachial artery-based hemodialysis vascular access *J Vasc Surg.* 2015; **61**:762-766

Medan en initial god flödesreduktion kan ses med tiden, syns ett återkommande ökat flöde. Särskilt hos de patienter där den första flödesreduktionen gav flöden över 1500 ml (dvs. misslyckades) var återfallet av högt flöde högst.

Postoperativt flöde
förutsäger återfall

MEN

Flödesökning sker
alltid så småningom

Minimally invasive limited ligated endoluminal assisted revascularisation (MILLER) procedure

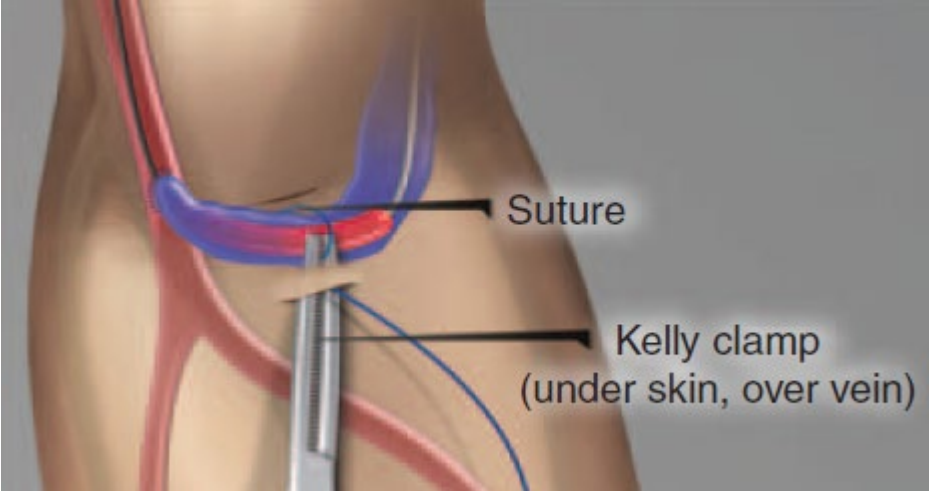
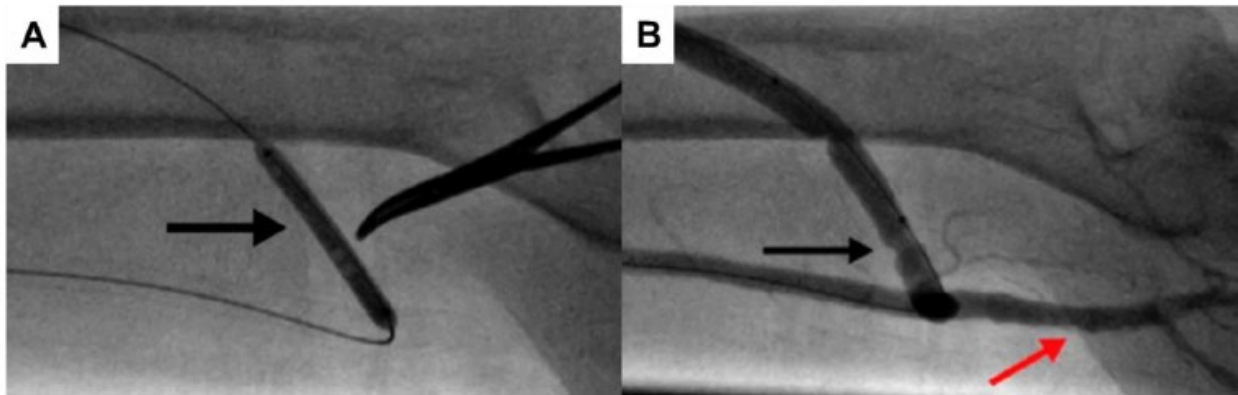


Figure 5. Angiography during minimally invasive limited ligated endoluminal-assisted revascularization (MILLER) procedure. (A) An inflated 5 mm angioplasty balloon (black arrow) is guided to the proximal arteriovenous graft (AVG) site. A hemostat is used to designate the area for skin incisions. (B) Post-procedure imaging demonstrates a waist in the AVG (black arrow) and distal flow in the brachial artery (red arrow).

Table 1. Comparison of available MILLER procedure series

Group	Presentation	No. Patients	Clinical Success		Band Patency	Primary Access Patency	Secondary Access Patency	Follow Up (Months)
			One Banding	Multiple Bandings				
Goelet al. [5]	Steal	16	N/A	N/A	100% ¹	100% ¹	77%	3, 36
Miller et al. [7]	HF	69	94%	100%	85% ²	63% ¹	89% ⁴	11
	Steal	114	89%	96%	75% ²	52% ¹	90% ⁴	
Shukla et al. [26]	Steal	20	75%	95%	77% ²	95% ^{1,*}	86% ^{1,†}	18
Shintaku et al. [27]	HF	7	N/A	N/A	N/A	N/A	83% ³	46
	Steal	5	0%	0%	N/A	N/A	25% ³	

HF = High-Flow; N/A = not available; ¹ 3 months; ² 6 months; ³ 12 months; ⁴ 24 months. * Post intervention assisted primary patency. † Low follow-up limited long term secondary patency data.

Hög patency
Success 94-100% in HF

Andra metoder för flödesreduktion finns tillgängliga. Miller-proceduren är en radiologiskt guidad metod med en 5 mm ballong. Resultaten har varierat i studier.

Flödesreduktion med yttre krage

Kanno et al

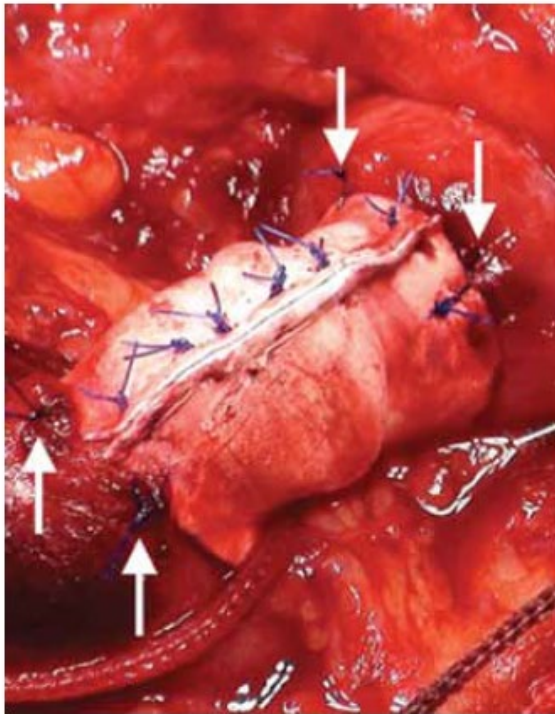


Fig. 1 - Site of banding with a vascular graft. In order to prevent slippage at the banding site, the vascular graft is turned inside out and wrapped around the blood vessel. Both ends of the vascular graft are fixed by two Z-sutures on the proximal and distal sides (arrow). The tightness of the banding is adjusted to the target FV according to blood flow volume measurement by ultrasound.

J Vasc Access 2015; 16 (Suppl 10): S28-S33

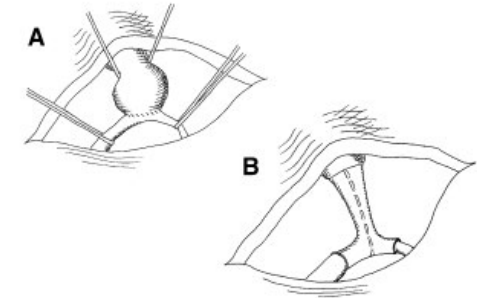
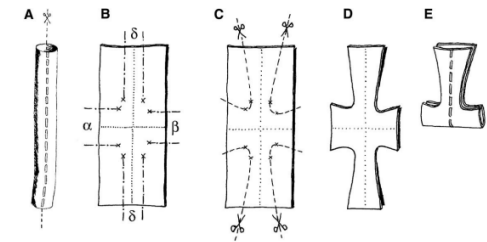
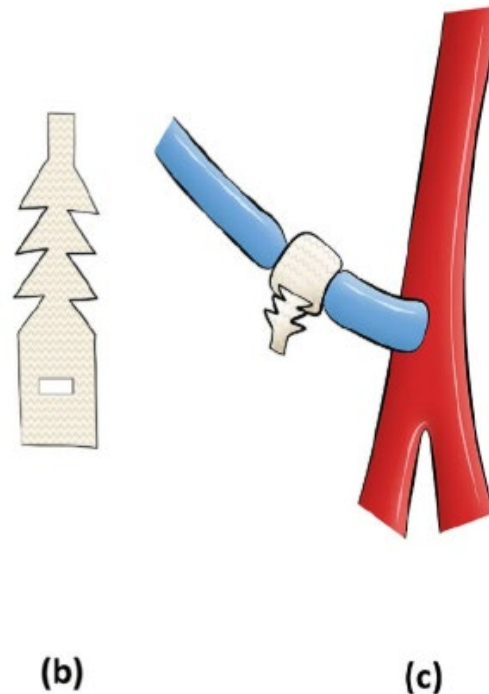


Fig 2. The enlarged anastomosis and dilated shunt vein before (A) and after T-banding (B).



Fig 3. T-band in situ covering the anastomosis of an upper arm fistula.

I stället för att bara ligatur har författare beskrivit användningen av extern bandning med en omslagsplastik. PTFE-graft i olika arrangemang. T-bandet har beskrivits som en lösning på inflöde, utflöde och anastamos ...

Flödesreduktion med yttre krage

404 Schneider et al

JOURNAL OF VASCULAR SURGERY
February 2006

Table II. Pre- and postoperative fistula flow and outcome

Initial	Flow before T-banding (mL/min)	Flow 1-3 months after T-banding (mL/min)	Percent reduction	Primary success	Complications	Reoperation
A. F.	1.600	900	44	Yes		No
S. T.	2.300	1.100	52	Yes	Hematoma	No
A. G. G.	2.100	600	71	Yes	Thrombosis	Yes
D. G.	3.200	1.400	56	No		Yes
S. T.	1.800	ND	—	Yes		No
G. H.	1.600	700	56	Yes		No
A. S.	2.300	1.000	56	No		Yes
N. T. G.	2.100	1.200	43	No		No
T. Z.	ND	800	—	No		No
U. K.	2.500	ND	—	Yes		No
B. D.	1.300	700	46	Yes		No
S. D.	1.800	900	50	Yes	Thrombosis	Yes
D. O.	1.600	900	44	Yes		No
E. K.	2.300	1.400	39	No		Yes
E. N.	2.100	1.200	43	No		Yes
A. E.	2.200	800	64	Yes		No
R. G.	1.500	1.100	27	Yes	Hematoma	No
H. J. K.	1.300	800	39	Yes		No
T. S.	2.500	1.100	56	Yes		No
K. G.	1.300	ND	—	Yes		No
C. S.	1.800	1.000	44	Yes		No
W. S.	1.600	900	44	Yes		No
N = 18	1956 ± 482	983 ± 228	44			

Primary success, Relief of symptoms.

Mean ± SD for flow measurements, and median for percent flow reduction.

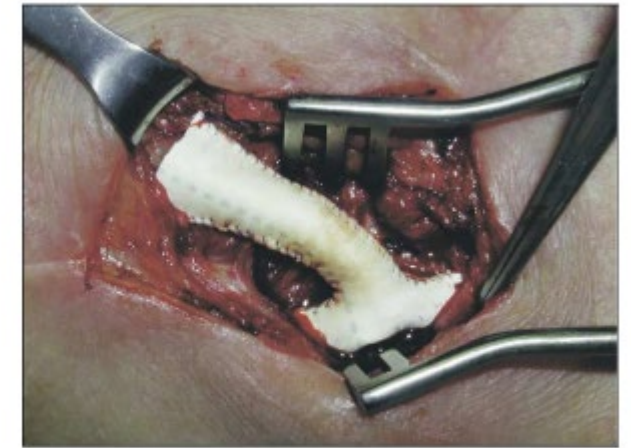


Fig 3. T-band in situ covering the anastomosis of an upper arm fistula.

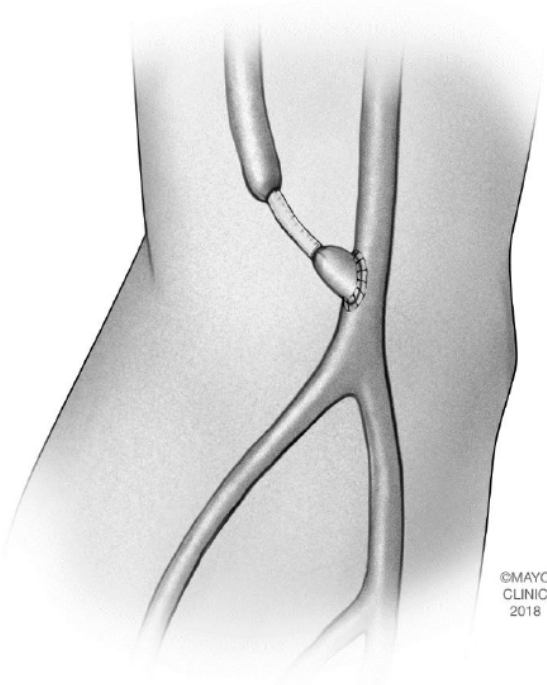
Success = 16/22 = 72%

(95% för flödesreduktion)

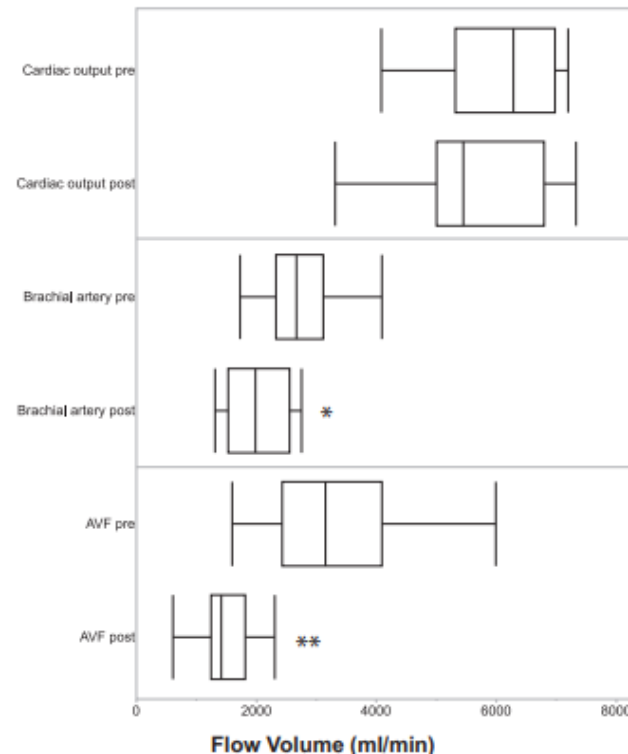
But utgångsflöden låga
1956m/min (1300 to 3200)

Resultaten är dock fortfarande inte idealiska och flödes hastigheterna där behandling användes var lägre än i andra studier.

Behandling – flödesreduktion med interpositionsgraf



288 Hashimoto et al



Flödesreduktion
52.7% to 67.8%

(3446 +/- 1489 mL/min vs
1502 +/- 527 mL/min;
52.4% minskning

Medelaccessflöde vid 2
år = 1623 +/- 320 mL/min

Hashimoto, Takuya et al . Journal of Vascular Surgery, Volume 73, Issue 1, 285 - 290

Interpositionstransplantat har använts, och även om flödet halverades i denna studie ökade flödet på sikt.

Revision using Distal Inflow (RUDI)

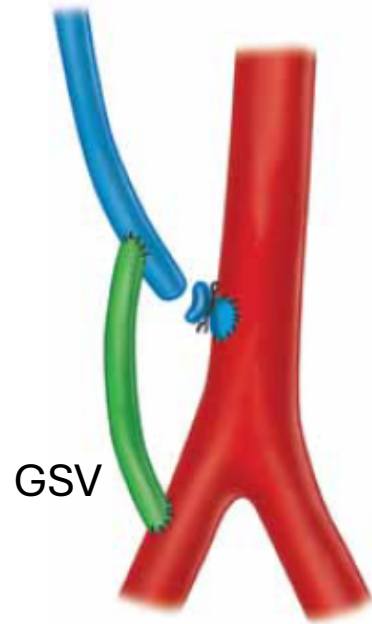


Fig. 4 - RUDI - the fistula is supplied from the more distal vessel below the arterial bifurcation, which restores normal direction blood flow in the partnering forearm artery.

Gerrickens, M.W.M. et al 3- year patency and recurrence rates of revision using distal inflow with a venous interposition graft for high flow brachial artery based arteriovenous fistula
Eur J Vasc Endovasc Surg. 2018; 55:874-881

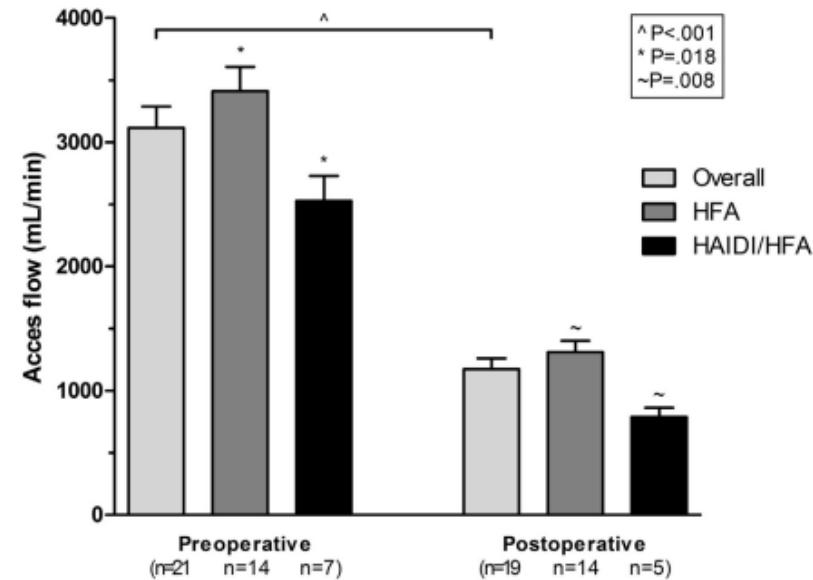


Figure 1. Mean access flows prior to revision using distal inflow (RUDI) and within 1 week after RUDI for high flow access (HFA, $n = 14$) and high flow access with concurrent haemodialysis access induced distal ischaemia (HAIDI/HFA, $n = 7$). Missing post-operative flows HAIDI/HFA group: failed RUDI, $n = 1$; pre-dialysis patient $n = 1$.

Omedelbart post var flödet 2 L/min lägre
(3120 mL/min 186 vs. 1170 87 mL/min, $p < .001$).

En revision av anastomoserna kan utföras och distalt inflöde och ett graft – i detta fall används vena saphena magna. Liksom med andra metoder är de initiala resultaten goda men rebound sker.

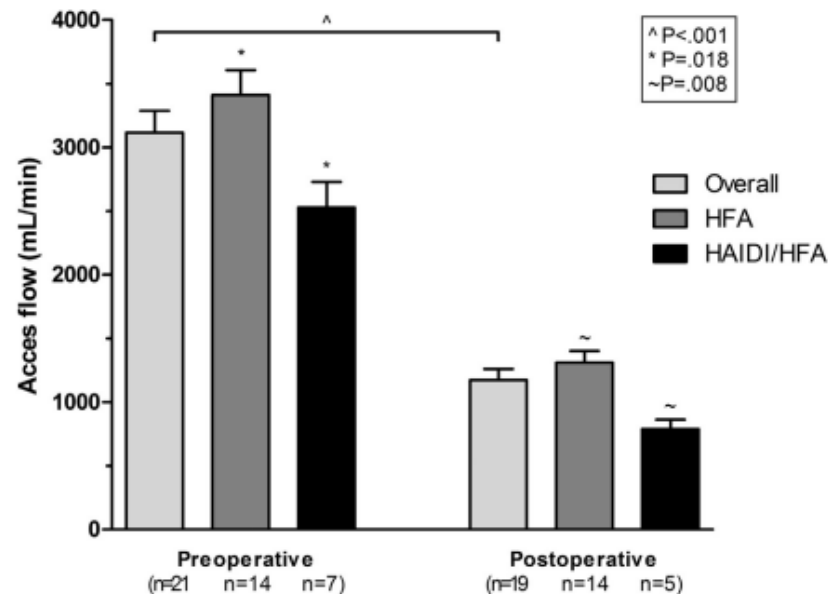
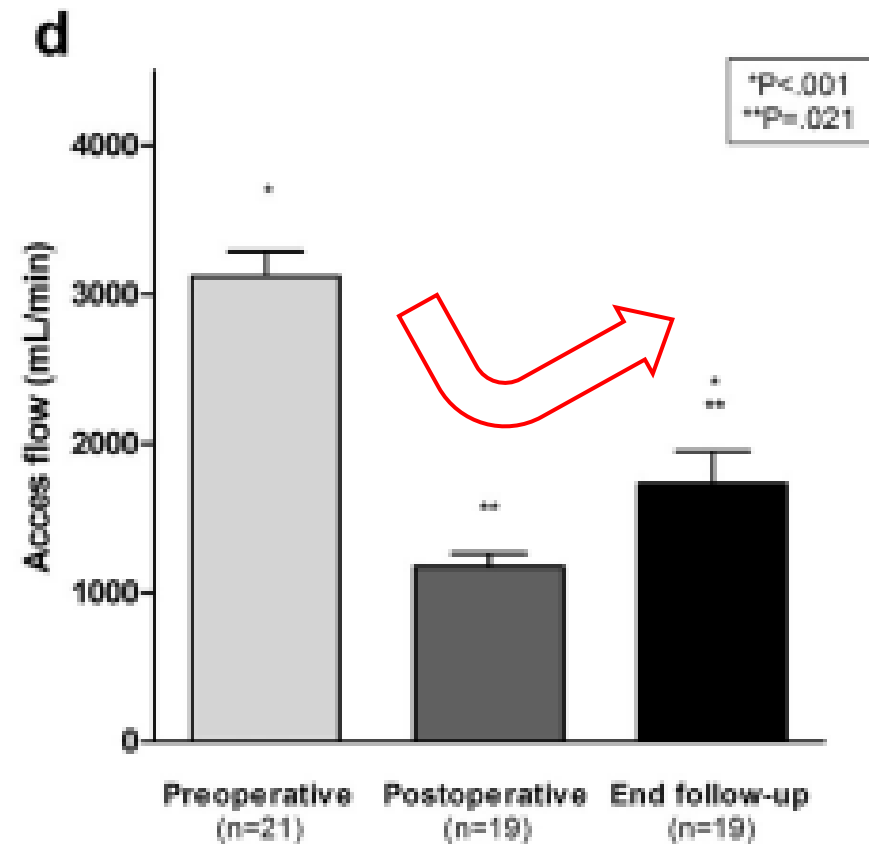


Figure 1. Mean access flows prior to revision using distal inflow (RUDI) and within 1 week after RUDI for high flow access (HFA, $n = 14$) and high flow access with concurrent haemodialysis access induced distal ischaemia (HAIDI/HFA, $n = 7$). Missing post-operative flows HAIDI/HFA group: failed RUDI, $n = 1$; pre-dialysis patient $n = 1$.

Tre accesser (14%) stannade den första veckan



Efter tre år, 51% var utan högt flöde

Gerrickens, M.W.M. et al **3- year patency and recurrence rates of revision using distal inflow with a venous interposition graft for high flow brachial artery based arteriovenous fistula** *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2018; 55:874-881

Högt flöde efter transplantation

From the Eastern Vascular Society



Practice patterns in arteriovenous fistula ligation among kidney transplant recipients in the United States Renal Data Systems



Caitlin W. Hicks, MD, MS,^a Sunjae Bae, MD, MPH,^b Marcos E. Pozo, MD,^b Sandra R. DiBrito, MD, PhD,^b Christopher J. Abularrage, MD,^a Dorry L. Segev, MD,^{b,c} Jacqueline Garonzik-Wang, MD, PhD,^b and Thomas Reifsnnyder, MD,^a Baltimore, Md

- Mycket varierande praxis
- Ingen påverkan på Tx resultat
- Ingen påverkan på total mortalitet
- Reservas för symtomatiska accesser

848 Hicks et al

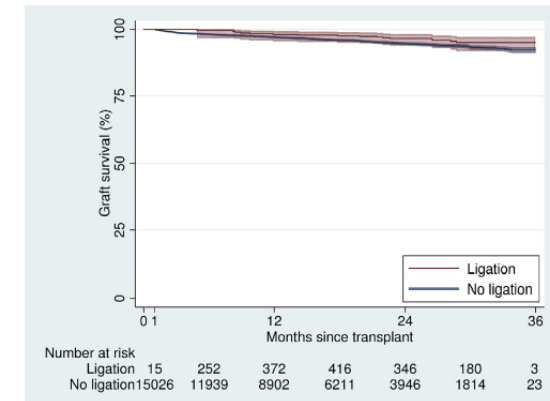


Fig 3. Association of arteriovenous access ligation with allograft failure. Three-year allograft failure occurred in $4.9\% \pm 1.3\%$ of kidney transplant recipients who underwent arteriovenous access ligation vs 9.5% of kidney transplant recipients who did not undergo ligation (log-rank, $P = .30$). The shaded bars represent 95% confidence intervals for both curves; the differentiation between the two highlights the significant overlap between ligation and no ligation.

Hicks et al Journal of Vascular Surgery Volume 70, Number 3

Så ingen av teknikerna är perfekt, men upprätthållandet av accessens funktion måste balanseras. Efter transplantation har vi inget behov av fisteln MEN det finns fortfarande ett potentiellt problem. Praxisen efter transplantation är varierande. Vissa känner behov av att behålla fisteln som en försäkring. Som vi hörde i föregående föreläsning är fistelvård EFTER transplantation viktig. Eftersom vi vet att en access med högt flöde är en patologi i sig verkar det vara klokt att ligera fisteln om den orsakar problem. Även om det har föreslagits att fistelligering kan påverka transplantationsfunktionen, har nyligen stora serier i USA inte visat detta.



Flöde 3.5L/min

Flöde 4L/min

6 år efter transplantation
GFR 55 och stabil

Arbetstolerans – 3 meter
SOB i vila

Vänster r/c AVF reviderad 3
månader före transplantation

Höger BC skapad med sikte på
ligering av vänster

Uppföljning = bibehåll fisteln vid
behov för framtida bruk.

Högflödesaccess - sammanfattning

- Definitionerna är inkonsekventa
 - >1500 ml bör motivera övervakning och utredning
- Hög flöde >2000 ml/min
 - Överväg intervention
- Interventioner – evidensen är låg
- Flödesreduktion genom bandning/RUDI
 - Återfall ett problem
- Evidensen för krage, interponat och MILLER är låg