

ANGIO UPDATE 2022

11. und 12. März

pAVK: Operativ

Ralph-Ingo Rückert, Berlin

Interessenkonflikte

Forschungsunterstützung: kein Konflikt

Vortragstätigkeit: Bayer Vital GmbH

Beratertätigkeit: kein Konflikt

Aortoiliakales Segment

State of the Art

Methoden der Revaskularisation

- Suprainguinaler Bypass
 - Aortofemoral (AFB)
 - Axillofemoral (AXB)
 - Femorofemoral (FFB)
- (Thrombendarteriektomie)
- „Hybrid“-OP

Update 2022

Stellenwert der offenen Operation

- Prognose von Bypassverfahren
- Offen vs. endovaskulär
- Besondere Techniken
- Infektion
- PAVK und Aortenaneurysma
- Seltene Verschlussursachen

Axillofemoraler Bypass bei PAVK IIb

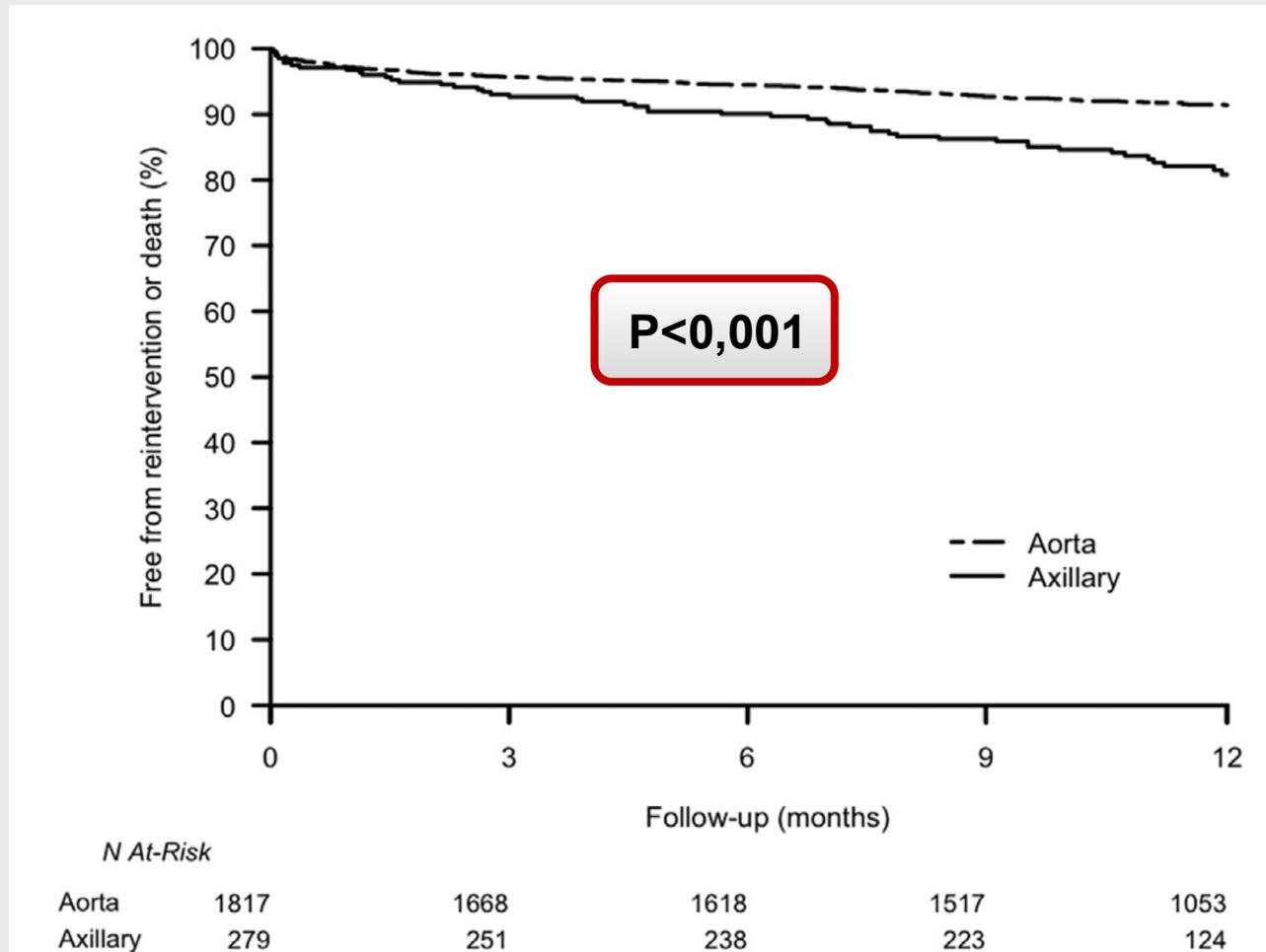
Levin SR et al., J Vasc Surg. 2022; doi: 10.1016/j.jvs.2021.12.048

- Vascular Quality Initiative (VQI) 2009 – 2019
- **Suprainguinaler Bypass bei Claudicatio intermittens**
- **Vergleich AxFB vs. AFB**
- **Perioperative und 1-Jahres-Ergebnisse**
 - Uni- und multivariate Analysen
- **3261 Patienten: 436 AxFB und 2825 AFB**
- Patienten mit AxFB waren älter, häufiger männlich, Nichtraucher und unselbständig ($p < 0,001$)
- AxFB Patienten hatten höhere Komorbidität und mehr Revaskularisationen infrainguinal

Axillofemoraler Bypass bei PAVK IIb

1-Jahres-Überleben ohne ipsilaterale Reintervention oder Amputation

Levin SR et al., J Vasc Surg. 2022; doi: 10.1016/j.jvs.2021.12.048



Axillofemoraler Bypass bei PAVK IIb

Multivariate Analyse der 1-Jahres Ergebnisse nach AxFB vs. AFB

Levin SR et al., J Vasc Surg. 2022; doi: 10.1016/j.jvs.2021.12.048

Outcome	Hazard Ratio	95% Konfidenzintervall	p
Bypassverschluss oder Tod	1,09	0,64-1,87	0,75
Ipsilaterale Majoramputation oder Tod	1,16	0,65-2,05	0,62
Ipsilaterale Reintervention, Amputation oder Tod	1,6	1,0-2,4	0,04
Mortalität	1,05	0,56-1,97	0,89

Fazit für Klinik und Praxis

AxFB bei Claudicatio intermittens

- Im Vergleich mit AFB
 - Mehr perioperative Amputationen
 - Höheres Risiko für Reintervention, Amputation und/oder Mortalität
- **Kritische Indikationsstellung bei IC**

Femoraler SVS Run-off Score bestimmt Prognose nach AFB

DeCarlo et al., J Vasc Surg. 2021; 74:124-133

- Retrospektive single-center Studie 2000-2017
- Alle Patienten mit AFB und adäquater Bildgebung
- Femoraler Run-off Score (AFS, APF)*
- Primärer Endpunkt: Limb-basierte Offenheit
- Kaplan-Meier Analyse
 - Offenheit und Reinterventionen
 - SVS Score \geq / $<$ 6
- 161 Patienten, 316 Extremitäten
- Claudicatio: 56,5%, TASC II D Läsionen: 89,4%

* Society of Vascular Surgery (SVS) Reporting Standards

Femoraler SVS Run-off Score*

modifiziert nach DeCarlo et al., J Vasc Surg. 2021; 74:124-133

Kriterium	AFS	APF
Langstreckiger Verschluss	6	3
Verschluss < 50% Gesamtlänge	5	2,5
Maximaler Stenosegrad 50%-99%	4	2
Maximaler Stenosegrad 20%-49%	2	1
Maximaler Stenosegrad <20%	0	0

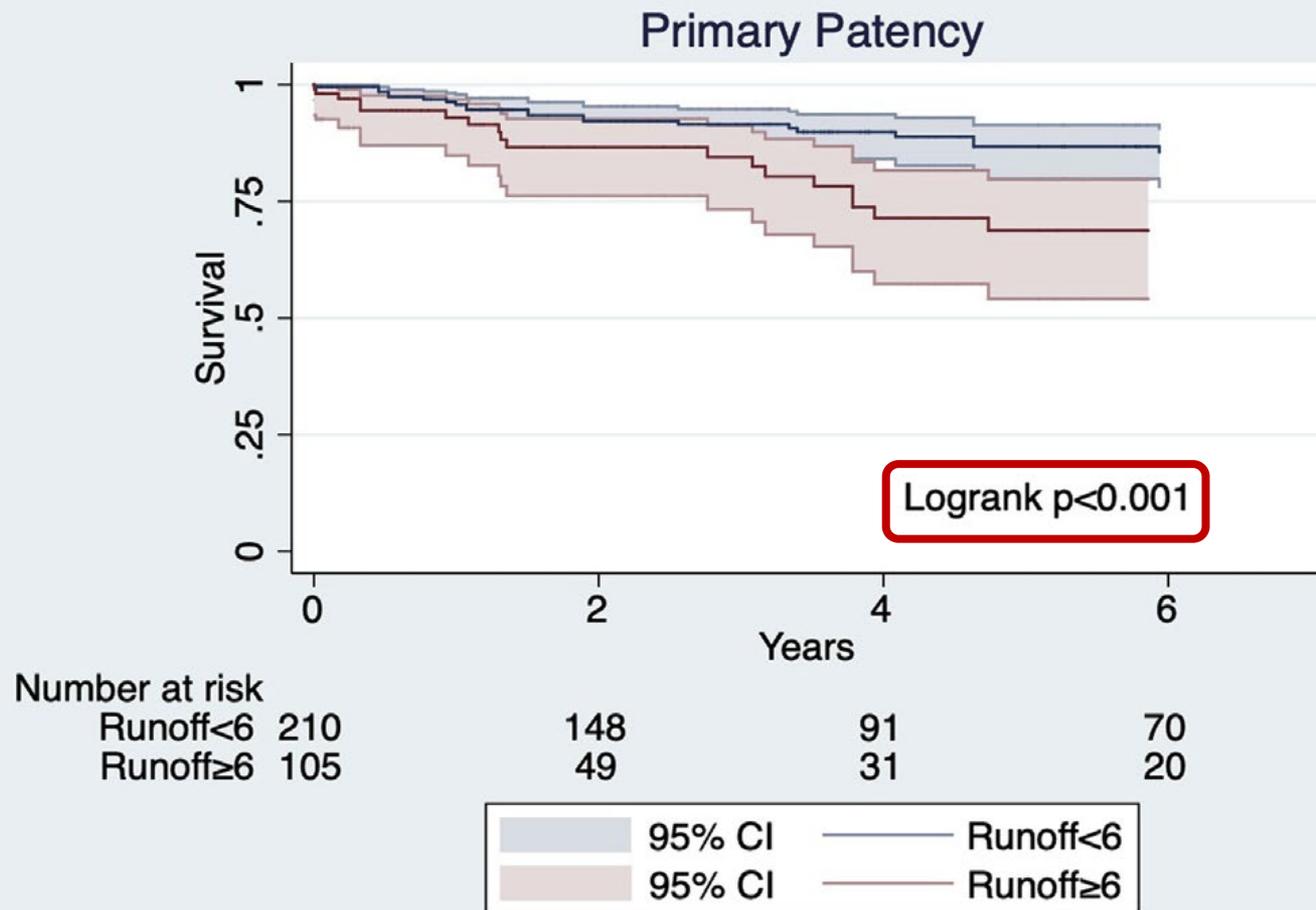
AFS – A. femoralis superficialis, APF – A. profunda femoris

* Score = Summe der Punkte für jede Arterie +1 (Score von 0 – 10)

Femoraler SVS Run-off Score bestimmt Prognose nach AFB

Limb-basierte primäre Offenheit für niedrigen vs. hohen Run-off Score

DeCarlo et al., *J Vasc Surg.* 2021; 74:124-133



Femoraler SVS Run-off Score bestimmt Prognose nach AFB

Prädiktoren der primären limb-basierten Offenheit*

DeCarlo et al., J Vasc Surg. 2021; 74:124-133

Variable	Einheit	Hazard Ratio	95% CI	p
Hoher Run-off Score	binär: Score ≥ 6	4,1	2,1-8,0	< 0,001
Simultane mesenteriale TEA	binär	13,5	1,9-97,8	0,010
Alter	kontinuierlich, pro Jahr	0,94	0,91-0,97	< 0,001
CNI	binär	4,6	1,5-14,6	0,010
Hyperlipidämie	binär	0,44	0,23-0,85	0,014

* Propensity Score-gewichtete Cox-Proportional-Hazards-Modellierung

Femoraler SVS Run-off Score bestimmt Prognose nach AFB

Prädiktoren der primären limb-basierten Offenheit*

DeCarlo et al., J Vasc Surg. 2021; 74:124-133

Variable	Einheit	Hazard Ratio	95% CI	p
Hoher Run-off Score	binär: Score ≥ 6	4,1	2,1-8,0	< 0,001
Simultane mesenteriale TEA	binär	13,5	1,9-97,8	0,010
Alter	kontinuierlich, pro Jahr	0,94	0,91-0,97	< 0,001
CNI	binär	4,6	1,5-14,6	0,010
Hyperlipidämie	binär	0,44	0,23-0,85	0,014

* Propensity Score-gewichtete Cox-Proportional-Hazards-Modellierung

Femoraler SVS Run-off Score bestimmt Prognose nach AFB

Prädiktoren der primären limb-basierten Offenheit*

DeCarlo et al., J Vasc Surg. 2021; 74:124-133

Variable	Einheit	Hazard Ratio	95% CI	p
Hoher Run-off Score	binär: Score ≥ 6	4,1	2,1-8,0	< 0,001
Simultane mesenteriale TEA	binär	13,5	1,9-97,8	0,010
Alter	kontinuierlich, pro Jahr	0,94	0,91-0,97	< 0,001
CNI	binär	4,6	1,5-14,6	0,010
Hyperlipidämie	binär	0,44	0,23-0,85	0,014

* Propensity Score-gewichtete Cox-Proportional-Hazards-Modellierung

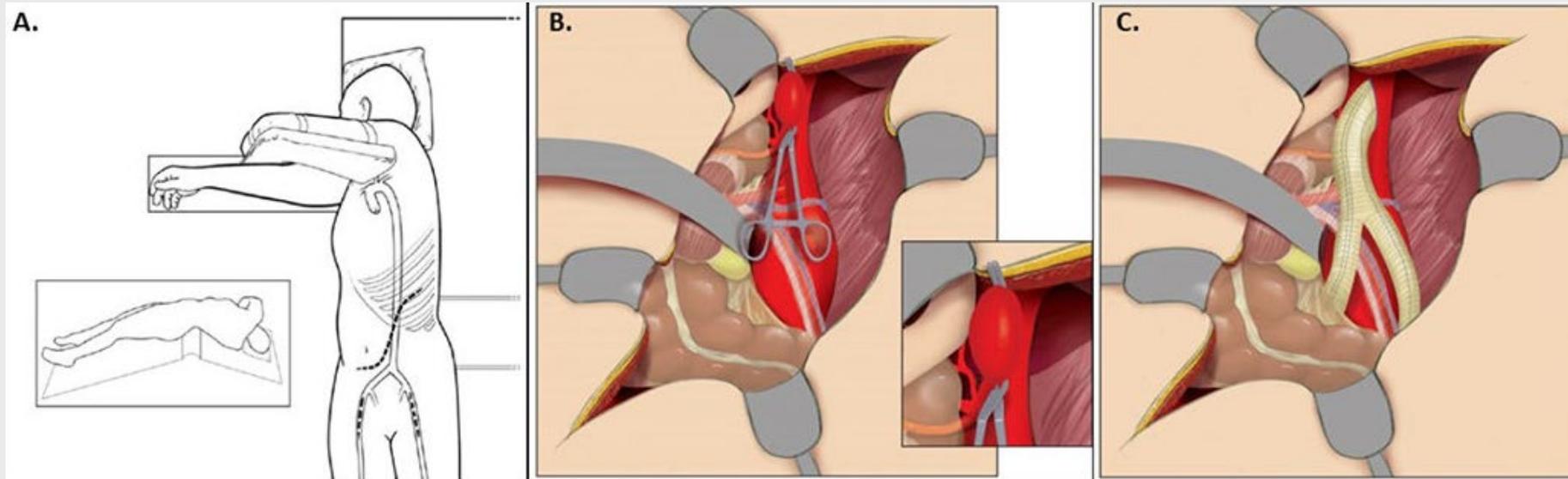
Fazit für Klinik und Praxis

Femoraler SVS Run-off Score

- Assoziiert mit Langzeitprognose bei AFB
 - Bei Score ≥ 6 mehr Amputationen und operative Komplikationen
 - Korrelation mit Komorbidität
 - Indikator für höheren Strömungswiderstand
- **Hilfe bei Indikationsstellung für AFB**

Thorakofemoraler Bypass

Stewart et al. J Vasc Surg. 2021; 73:1991-1997



- TFB über einen links retroperitonealen Zugang
- Durchtrennung des linken Zwerchfellschenkels
- Simultane viszerale Revaskularisation gut möglich

Abb. aus Crawford et al. J Vasc Surg. 2019; 69:1150-1159

Thorakofemoraler Bypass

Stewart et al. J Vasc Surg. 2021; 73:1991-1997

- Vascular Quality Initiative (VQI) 2009-2019
- 154 TFB
 - 59 (38,3%) vorher inflow Bypass, 22 (14,2%) outflow Bypass
- PAVK II (42,9%), III (38,3%) und IV (12,3%); ALI (6,5%)
- Perioperative Major-Komplikationsrate 31,2%
- **Primäre Offenheit 92,2%** (bei Entlassung), **89,0%** (nach 1 Jahr)
- 1-Jahres Amputations-freies Überleben 97,1±2,2% (1 Majoramputation)

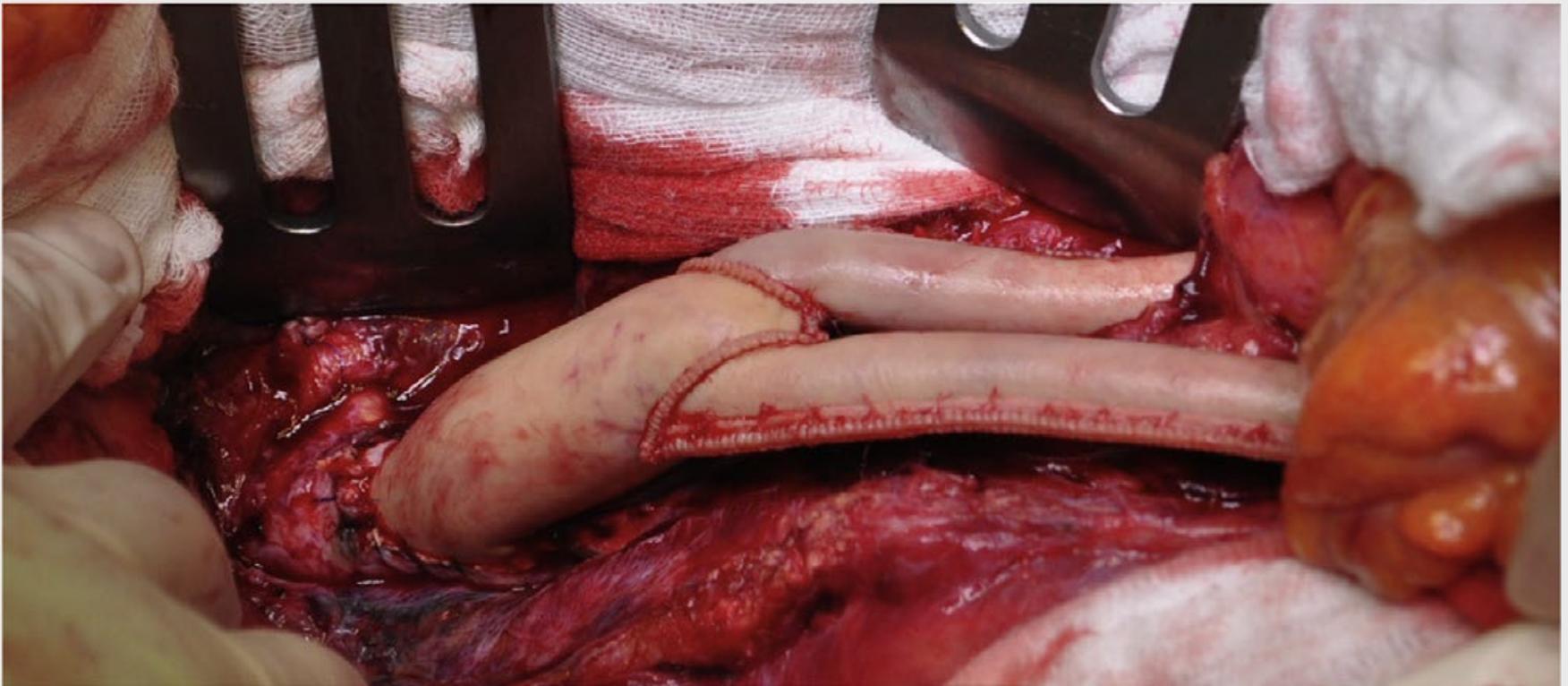
Fazit für Klinik und Praxis

Thorakofemoraler Bypass bei PAVK

- Langzeit–Offenheitsrate und –Überleben akzeptabel
- Relevante perioperative Komplikationsrate
- Seltene Indikation als ultima ratio bei sehr komplexer PAVK
- Simultane renale/viszerale Revaskularisation

Alternativer Gefäßersatz bei Infektion: Prothesen aus bovinem Perikard

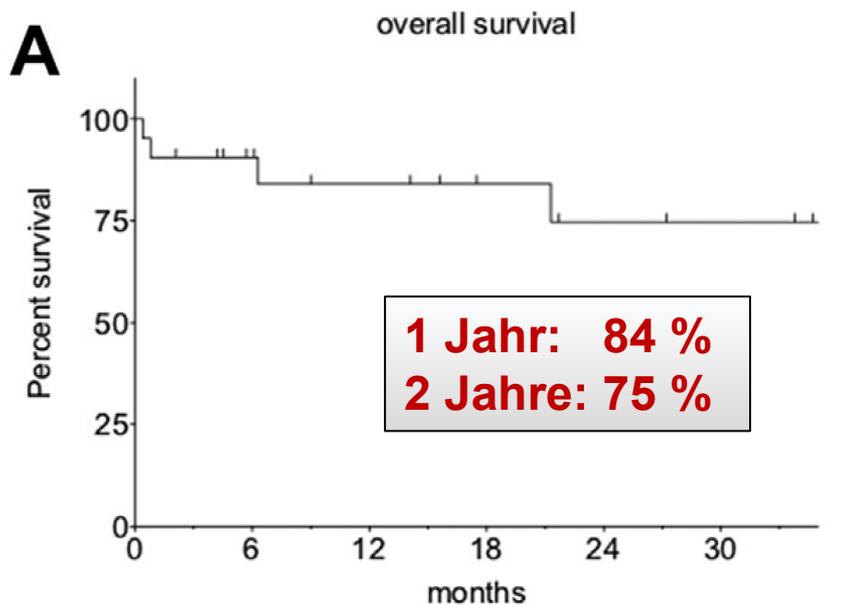
Burghuber et al. J Vasc Surg. 2021; 73: 2123-2131



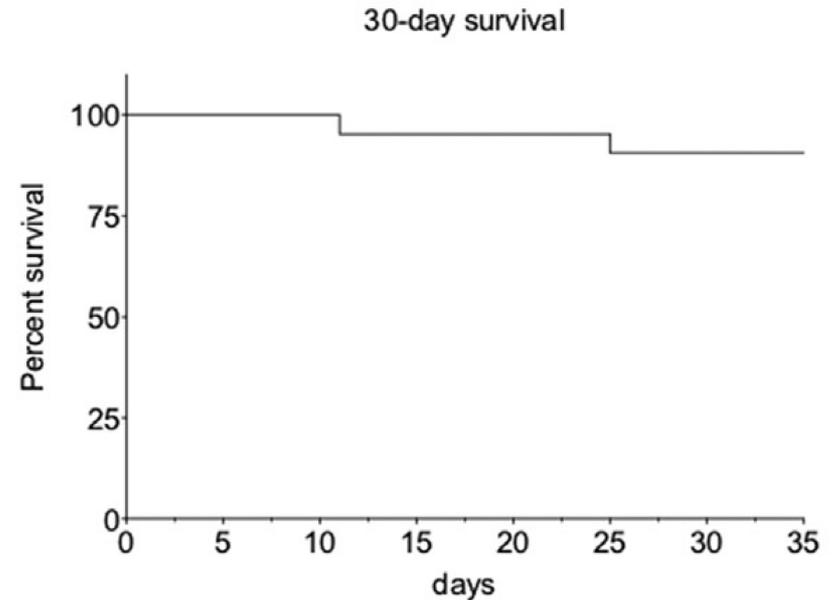
Bovine Perikard-Prothesen bei Infektion

Überleben

Burghuber et al. *J Vasc Surg.* 2021; 73: 2123-2131



Month	0	6	12	18	24	30
At Risk	21	15	12	9	7	6
%	100	71	57	43	33	29



Day	0	10	20	30
At Risk	21	21	20	19
%	100	100	95	90

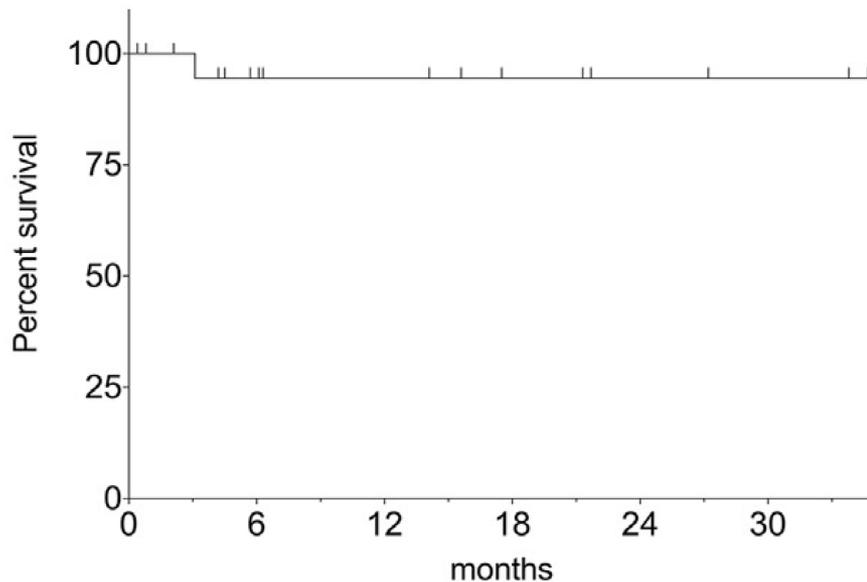
Bovine Perikard-Prothesen bei Infektion

Offenheitsraten

Burghuber et al. J Vasc Surg. 2021; 73: 2123-2131

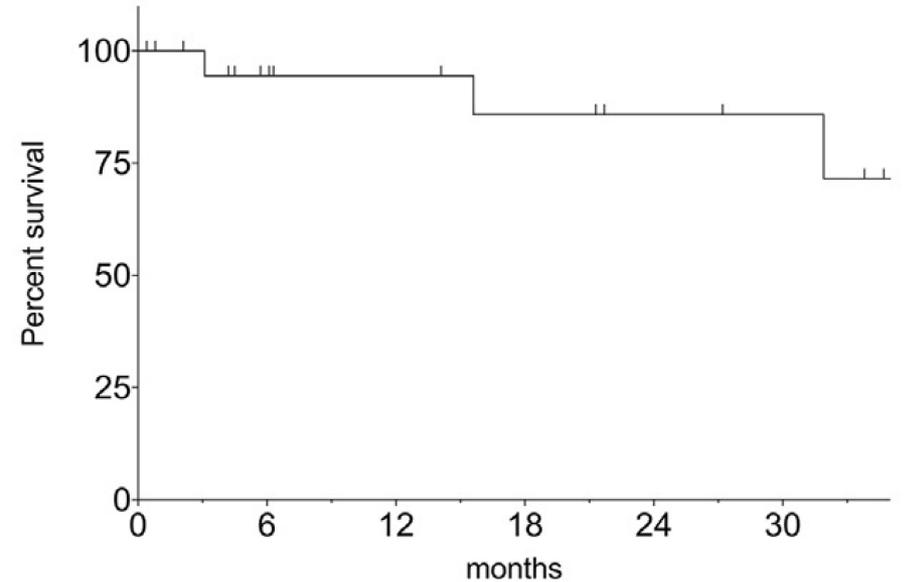
C

primary assisted patency



Month	0	6	12	18	24
At Risk	21	15	12	9	7
%	100	71	57	43	33

primary patency

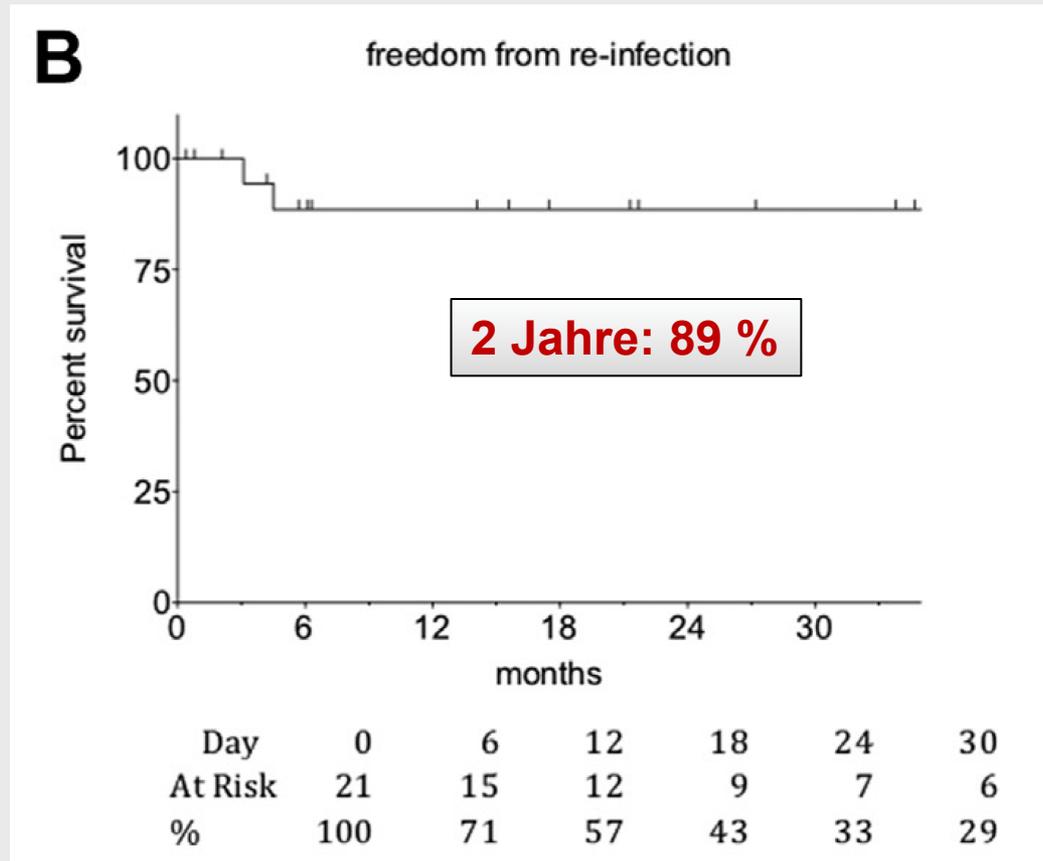


Month	0	6	12	18	24	30
At Risk	21	15	12	9	7	6

Bovine Perikard-Prothesen bei Infektion

Reinfektion

Burghuber et al. J Vasc Surg. 2021; 73: 2123-2131



Fazit für Klinik und Praxis

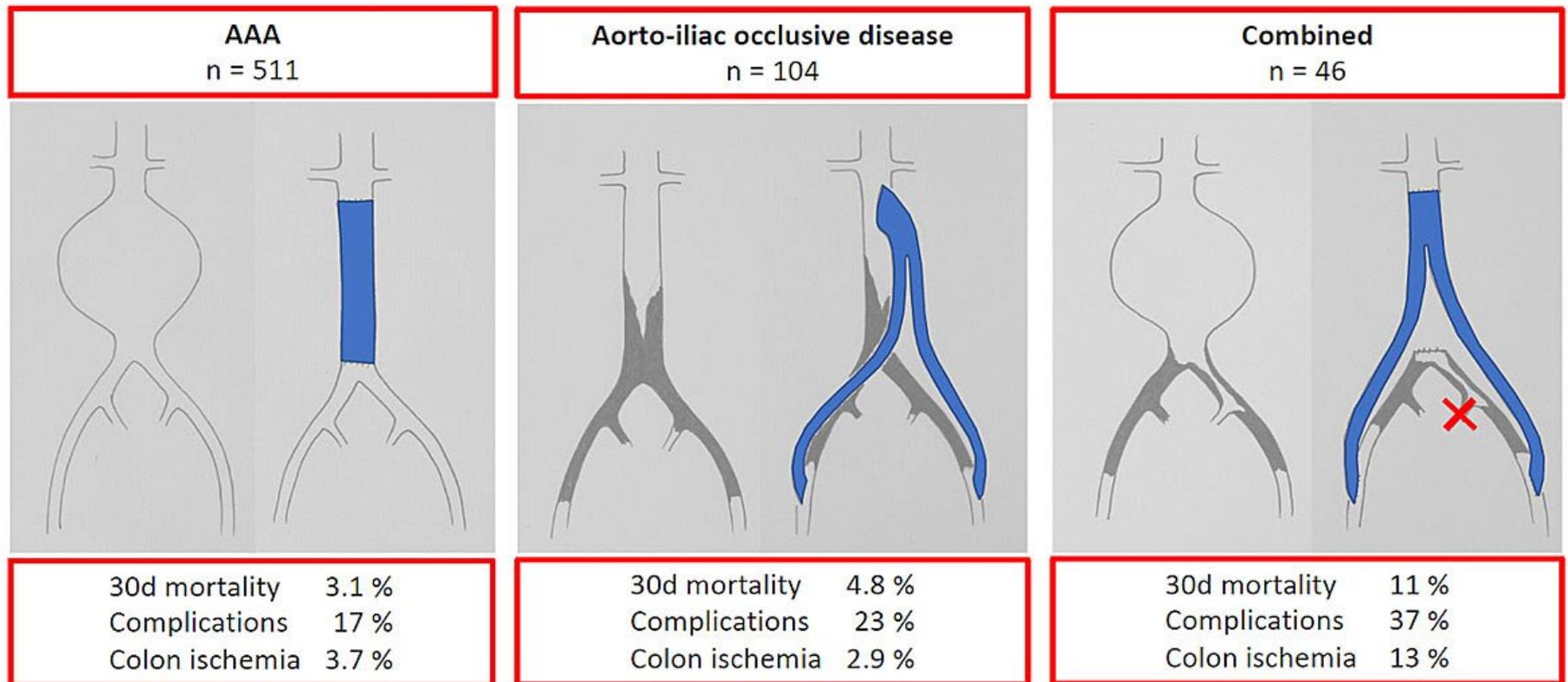
Bovine Perikardprothesen bei Infektion

- Bis dato größter Erfahrungsbericht
- Niedrige ‚graft-related‘ Komplikationsrate
- Offenheit und Extremitätenerhalt akzeptabel
- Exzellent niedrige Reinfektionsrate
 - Voraussetzung: Fokus-Eradikation

BAA und aortoiliakale PAVK

Richarz et al. Swiss Med Wkly. 2021; 151: w30050.

doi:10.4414/SMW.2021.w30050.

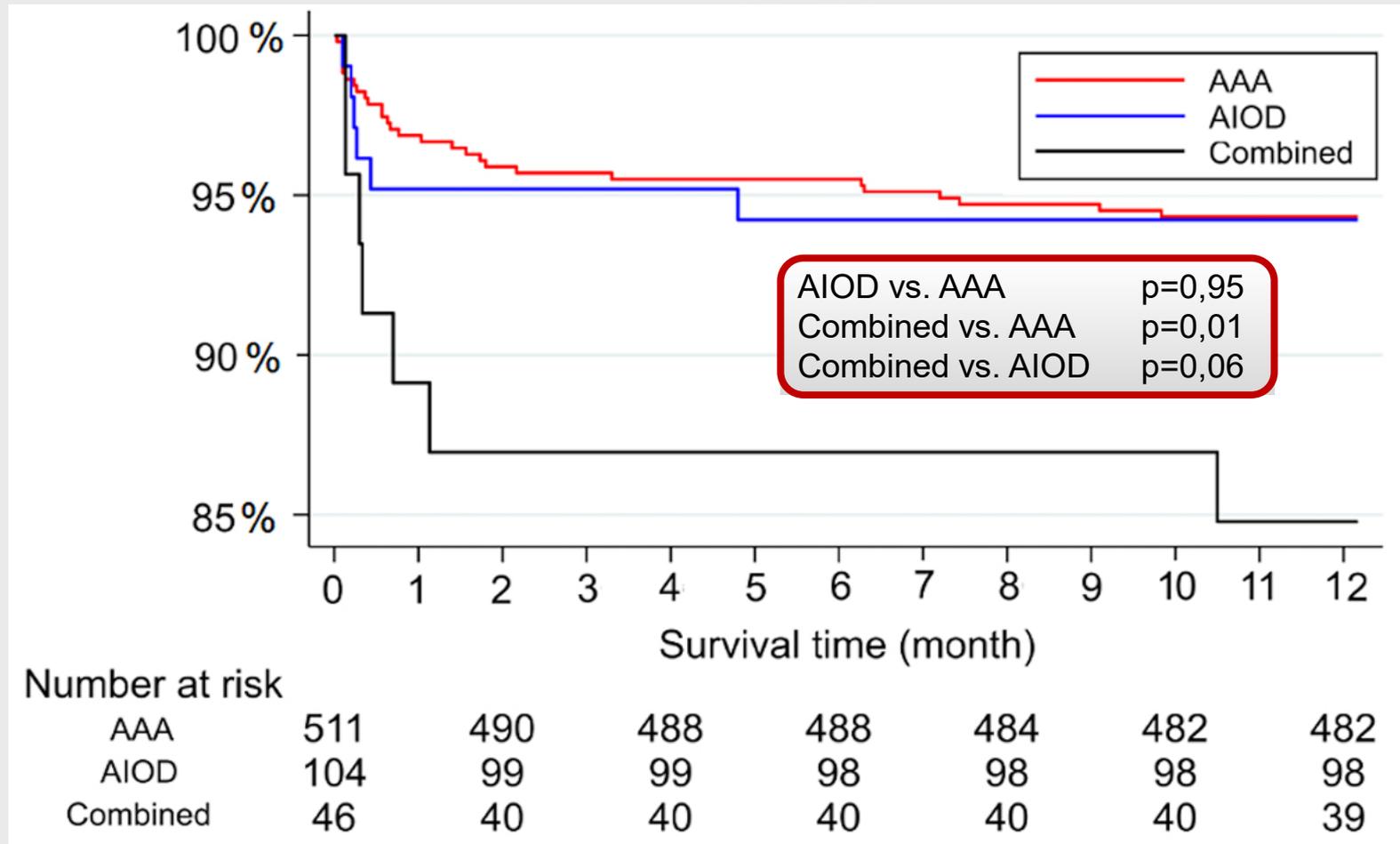


BAA und aortoiliakale PAVK

1-Jahres Überleben abhängig von der OP-Indikation

Richarz et al. *Swiss Med Wkly.* 2021; 151: w30050.

doi:10.4414/SMW.2021.w30050.



Fazit für Klinik und Praxis

BAA und aortoiliakale PAVK

- Hochrisiko-Population
 - Höhere 30-Tage Mortalität
 - Höhere Komplikationsrate
- Kritische Indikationsstellung
 - offen vs. EVAR
- Revaskularisation AMI und AII

Infrainguinales Segment

State of the Art

Therapiemethoden sind etabliert und validiert

- Autologe Revaskularisation optimal
 - Venenbypass (VSM oder Alternativen)
 - Crural, inframalleolär bis pedal
- offen vs. endovaskulär („endo first“), RCT's
- Stellenwert muss z.T. neu evaluiert werden
- Komorbidität, perioperatives Management

PAVK AFC: offen vs. endovaskulär

Boufi et al., J Vasc Surg. 2021; 73:1445-1455

- Systematic Review und Metaanalyse
- Embase, Medline 2000-2018; PRISMA
- Endovaskuläre (endovascular repair - ER) vs. offene (open surgery – OS) Therapie
- Endpunkte
 - 30-Tage Morbidität, Mortalität, Reinterventionsraten, mittelfristige Offenheit, Reinterventionen im Spätverlauf, Restenoseraten
- 28 Studien geeignet
 - 14 OS (n=1920), 12 ER (n=1900), 2 Vergleichsstudien (n=176)

PAVK AFC: offen vs. endovaskulär

Boufi et al., J Vasc Surg. 2021; 73:1445-1455

- Metaanalyse der Vergleichsstudien
 - Kein Unterschied 30-Tage Mortalität und -Reinterventionen
 - **ER mit geringerer 30-Tage Morbidität**
 - Kein Unterschied 1-Jahres primäre Offenheits- und Reinterventionsraten
- Nicht-vergleichende Studien
 - Follow-up ER 23,8 Monate, OS 66 Monate
 - **Restenoseraten ER 14,4%, OS 4,%**
 - Stentfrakturen 3,6%
 - **1-, 2- und 3-Jahres primäre Offenheitsraten**
ER 81,9 %, 77,8 % und 75,1 %
OS 93,4 %, 91,4 % und 90,5 %

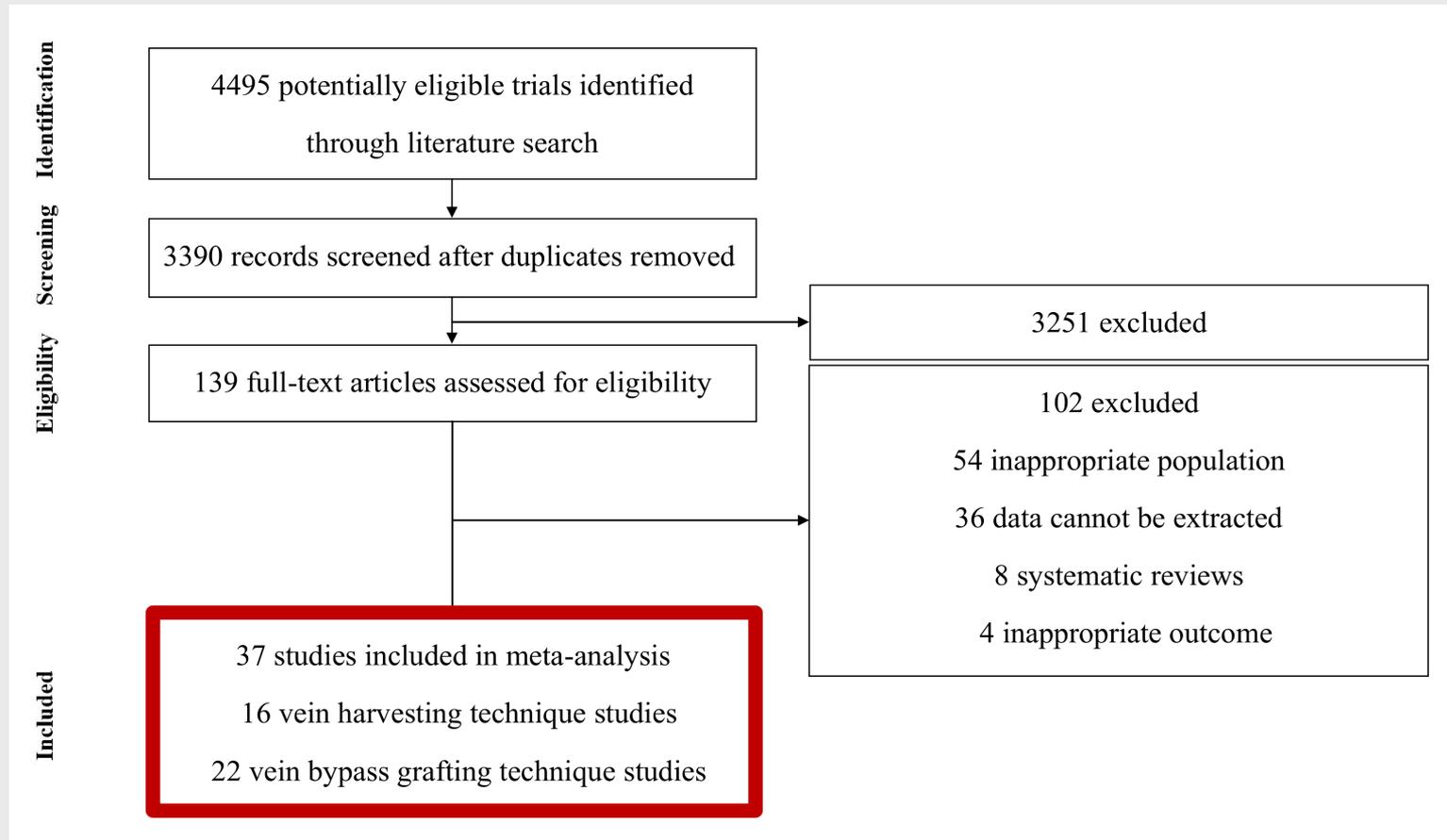
Fazit für Klinik und Praxis

AFC offen vs. endovaskulär

- Stellenwert von ER muss noch besser definiert werden
- Indikationen und Technologie müssen für ER weiter untersucht werden
 - Optimierung von Technologien zum Debulking
 - Strategien zur Rekonstruktion der Bifurkation
- Zukunft: Komplementärer Einsatz beider Verfahren?

Venenentnahme und Venenbypass: Systematischer Review

Guo et al. J Vasc Surg. 2021; 73:1075-1086



Venenentnahme und Venenbypass: Systematischer Review

Guo et al. J Vasc Surg. 2021; 73:1075-1086

- “Skip incision harvesting“ und offene Venenentnahme mit ähnlicher primärer Durchgängigkeit
- „Skip incision harvesting“ und endoskopisch assistierte Entnahme mit ähnlicher Häufigkeit von Wundinfektionen
- Langfristige Durchgängigkeit nach Venentransplantation und in-situ Bypass gleich
- **Femoropoplitealer reversed vs. in-situ Bypass mit signifikant geringeren 2- und 5-Jahres-Verschlussraten**
- **Infrapoplitealer in-situ Bypass mit geringeren 1-, 2- und 3-Jahres-Verschlussraten**

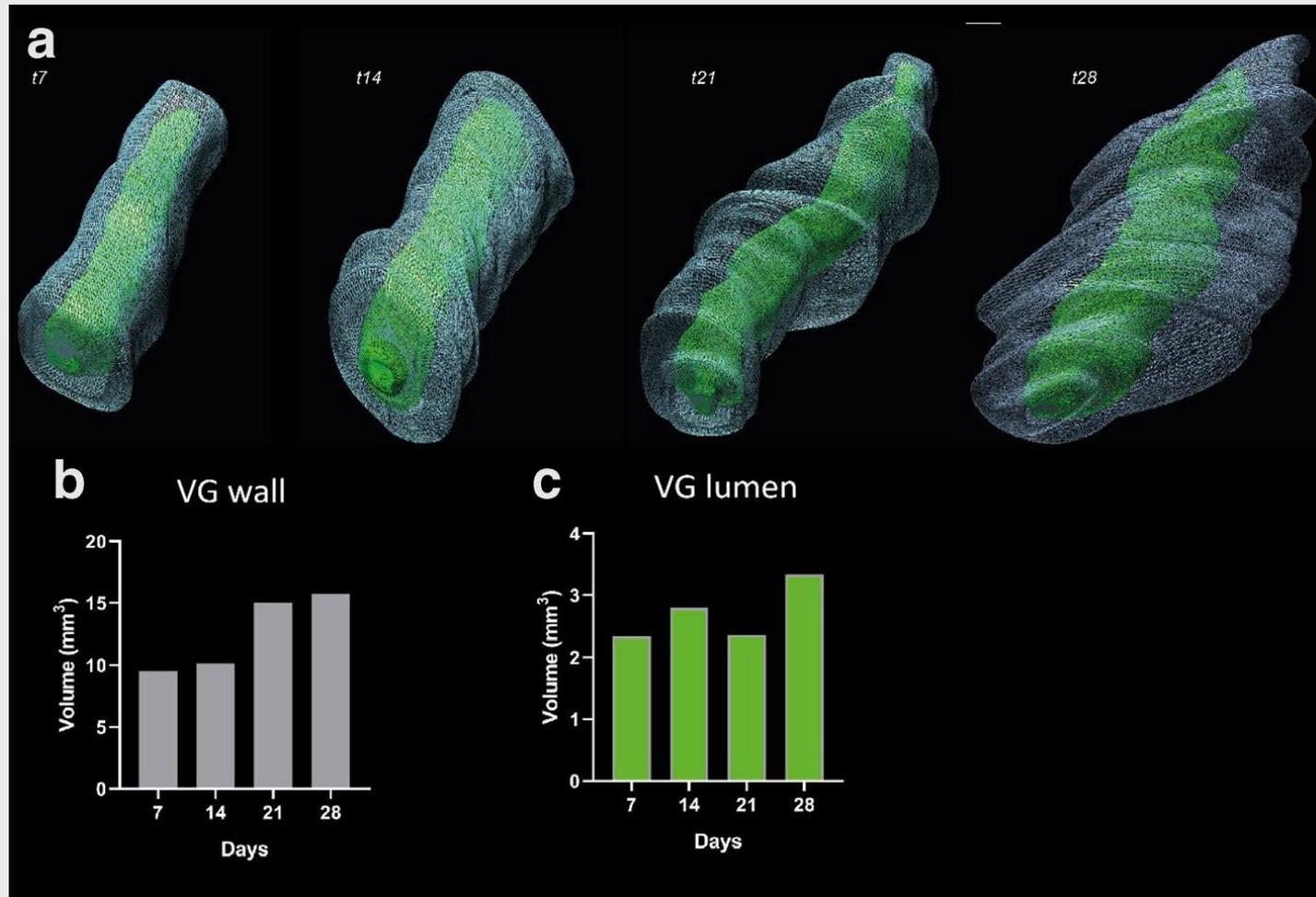
Pathophysiologie des VGF

Baganha et al. J Cardiovasc Transl Research. 2021; 14:100-109

- Remodeling und Entzündung in allen Phasen
- Frühphase der Schädigung
 - Venenqualität, Handling während Entnahme und Implantation
 - Hoher Druck, Scherstress, EC-Schädigung
- Thrombose
- Myointimale Hyperplasie
- Atherosklerose, Plaqueruptur
- **Immunzellen und -regulation**

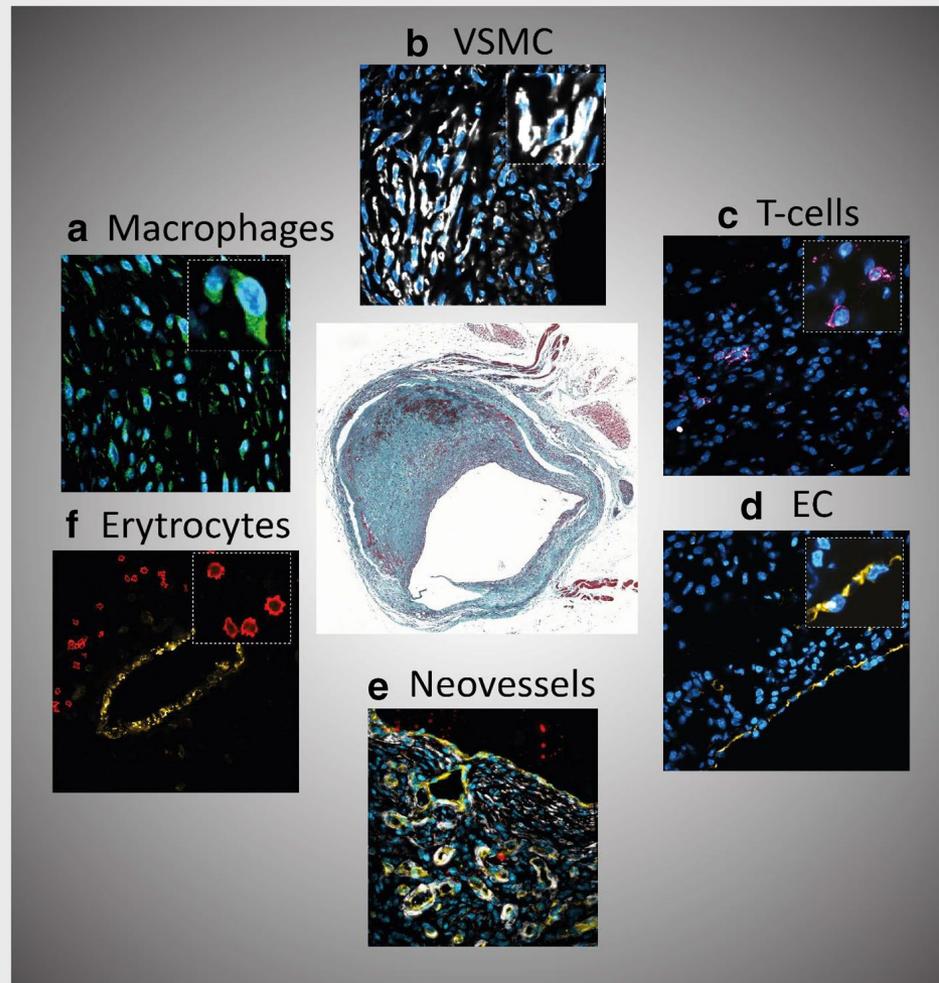
Remodeling von experimentellen Venentransplantaten

Baganha et al. J Cardiovasc Transl Research. 2021; 14:100-109



Beitrag verschiedener Zellen zum Venentransplantatversagen

Baganha et al. J Cardiovasc Transl Research. 2021; 14:100-109



Fazit für Klinik und Praxis

Goldstandard autologe Vene

- Technik der Venenbypass-Operation ist mitentscheidend für die Ergebnisse
- Zukunft: Modulation des Immunsystems
- Zukunft: Alternativen zum Venenbypass
 - Nanofiber Gefäßprothesen
 - Tissue-engineered Blutgefäße

Validierung des Global-Limb-Anatomic-Staging-Systems (GLASS) anhand der erstmaligen Revaskularisation der unteren Extremitäten

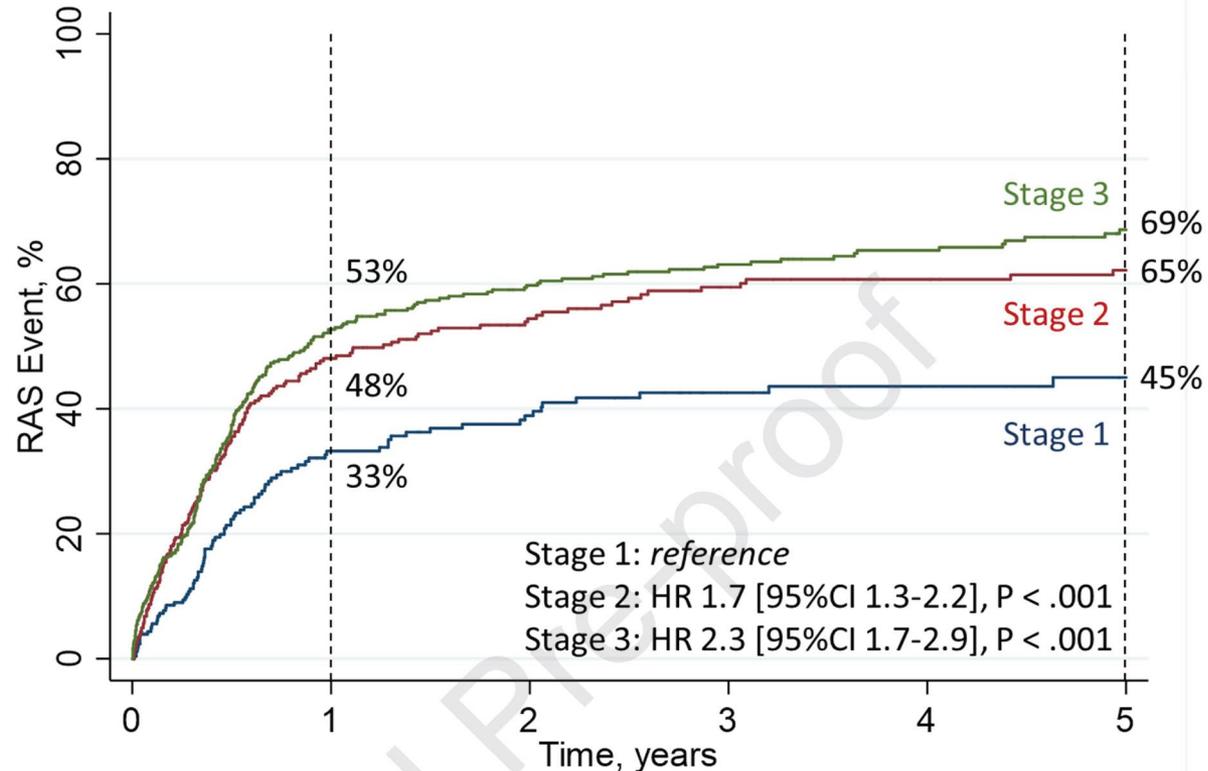
Liang et al. J Vasc Surg 2020;72:977-986

- Retrospektive Single-center Studie 2005-2014
- 1060 konsekutive Patienten mit 1180 Revaskularisationen
 - offen oder endovaskulär wegen CLTI
 - Klassifikation GLASS1-3
- Primärer Endpunkt: Kombination aus Reintervention, Majoramputation und/oder Restenosen
- Sekundäre Endpunkte: Gesamtmortalität, Unmöglichkeit einer endovaskulären Drahtpassage und Vergleich Bypass vs. endovaskuläre Intervention

GLASS bei erstmaliger Revaskularisation

Reintervention, Majoramputation oder Restenoserate

Liang et al. J Vasc Surg 2020;72:977-986



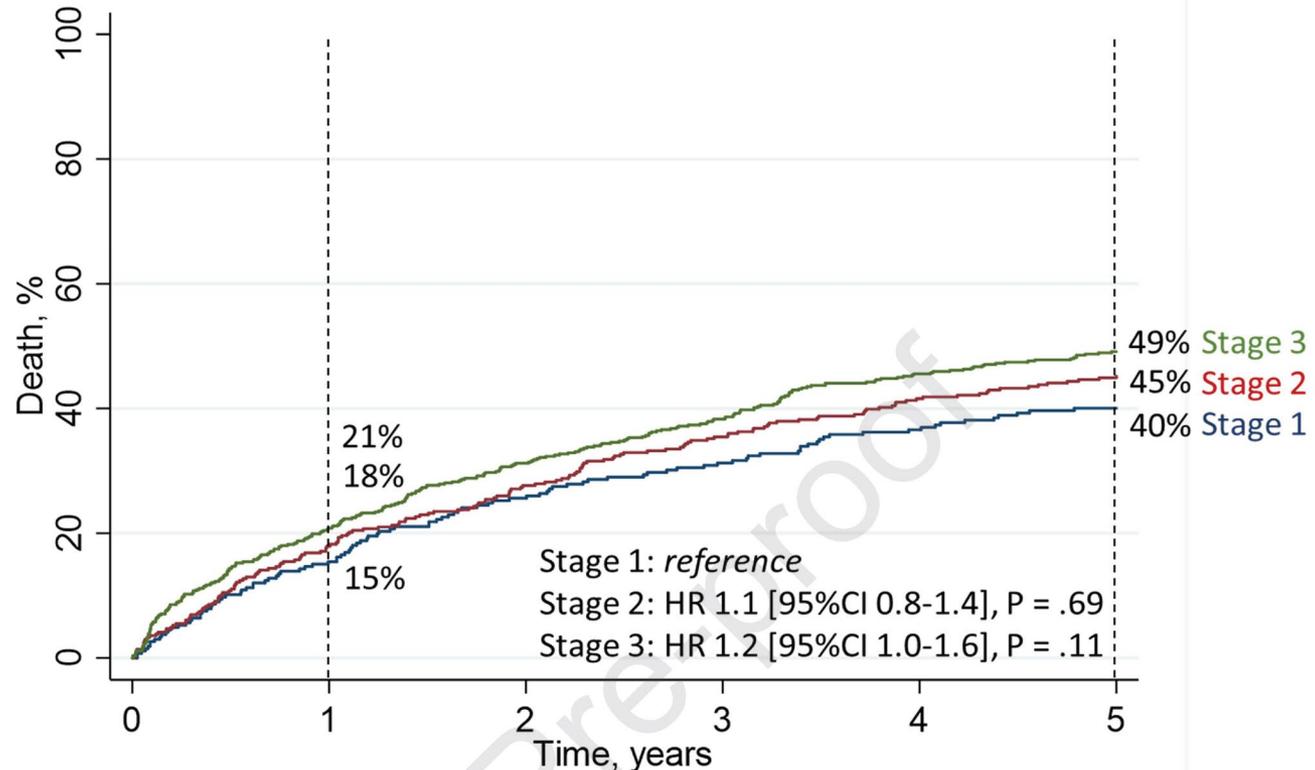
Number at risk

Stage 1	264	120	88	60	46	37
Stage 2	365	125	87	67	57	50
Stage 3	538	164	114	90	68	51

GLASS bei erstmaliger Revaskularisation

Mortalitätsraten

Liang et al. J Vasc Surg 2020;72:977-986



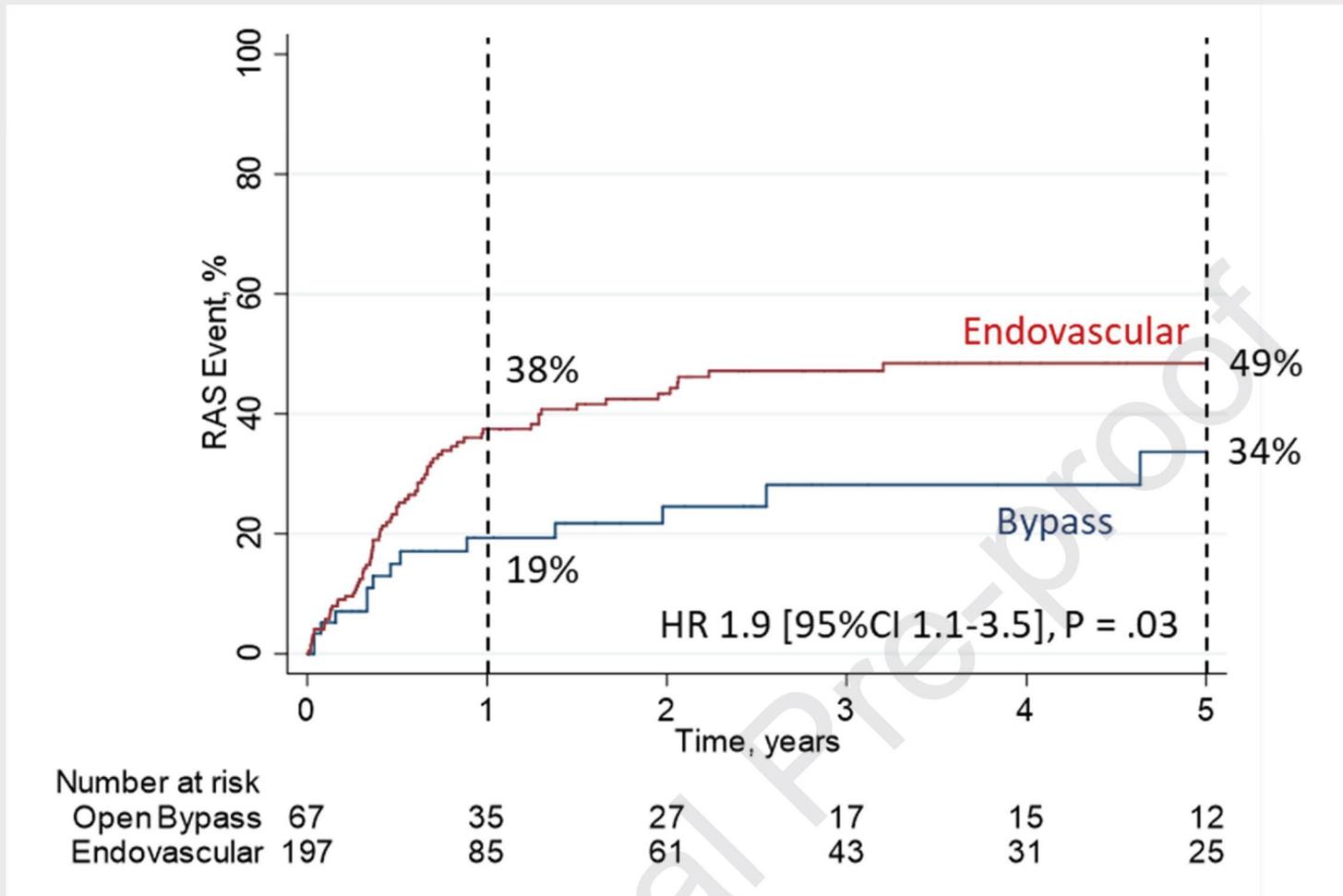
Number at risk

Stage 1	266	225	197	182	167	156
Stage 2	362	297	261	232	210	197
Stage 3	538	426	370	332	292	272

GLASS bei erstmaliger Revaskularisation

Reintervention, Majoramputation oder Restenoserate: Endo vs. BP

Liang et al. *J Vasc Surg* 2020;72:977-986



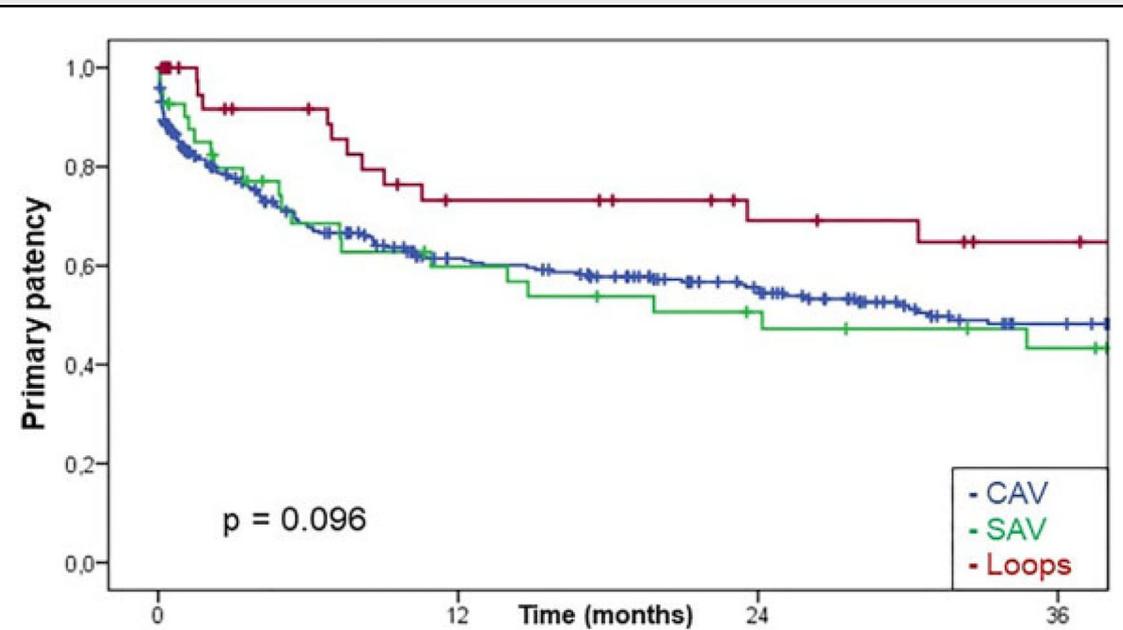
Fazit für Klinik und Praxis

GLASS Klassifikation

- Prognoserelevant
 - hier bei erster Revaskularisation
 - Vorhersage von Restenose, Amputation
- Bessere Langzeitergebnisse nach Bypass vs. endovaskuläre Intervention
 - hier für alle GLASS-Stadien

Basilica-Cephalica-Loop: wertvolle Alternative für infrapopliteale Revaskularisationen

Enzmann et al. *Vasc Endovasc Surg* 2021; 55: 348-354.



CAV No. at risk	134	98	58
%	62	56	48
SE (%)	3	3	4
SAV No. at risk	20	15	11
%	60	51	43
SE (%)	8	8	9
Loops No. at risk	22	17	13
%	73	69	65
SE (%)	8	8	9

Bifurkationsbypass bei CLTI

Adami et al. Vascular 2021; doi: 10.1177/1708538121999856.

- Single-center Studie (Daten prospektiv, Analyse retrospektiv)
- 36 Bifurkations-Bypässe bei 35 Patienten (Alter $75,3 \pm 7,2$ Jahre; 69,4 % männlich)
- Wound, Ischemia, Foot-Infection(WIFI)-Klassifikation
 - Stadium 3 bei 22,2 % und 4 bei 77,8 % der Fälle
- Rutherford-Klassifikation $5,1 \pm 0,7$
- Technischer Erfolg 100 %

Bifurkationsbypass bei CLTI

Adami et al. Vascular 2021; doi: 10.1177/1708538121999856.

- Früh-Mortalitäts- und Morbiditätsrate 5,5 % und 33,3 %
- Primäre Offenheit
 - 96,7 % und 100 % nach 6 Monaten
 - 85,2 % und 92 % nach 12 Monaten
 - 59,9 % und 73,4 % nach 24 Monaten
- Amputations-freies Überleben
 - nach 12 und 24 Monaten jeweils 95,6 % und 78,8 %
- Gesamtüberleben
 - nach 12 und 24 Monaten jeweils 94,4 % und 91,6 %

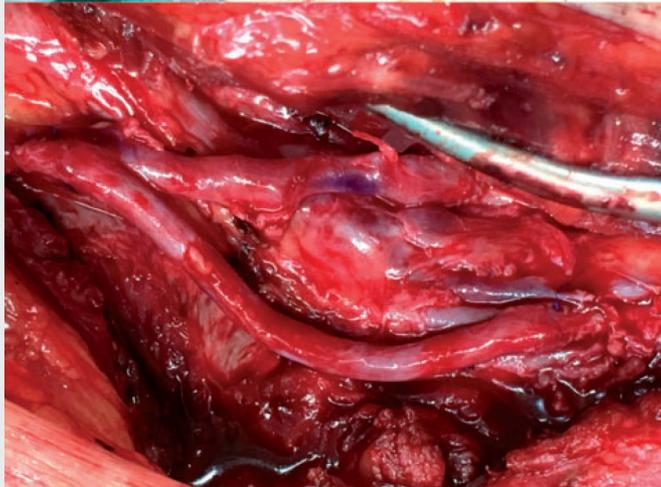
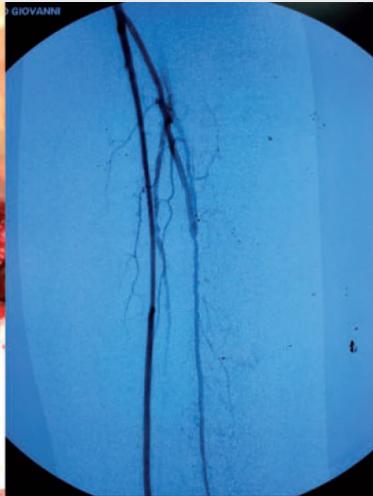
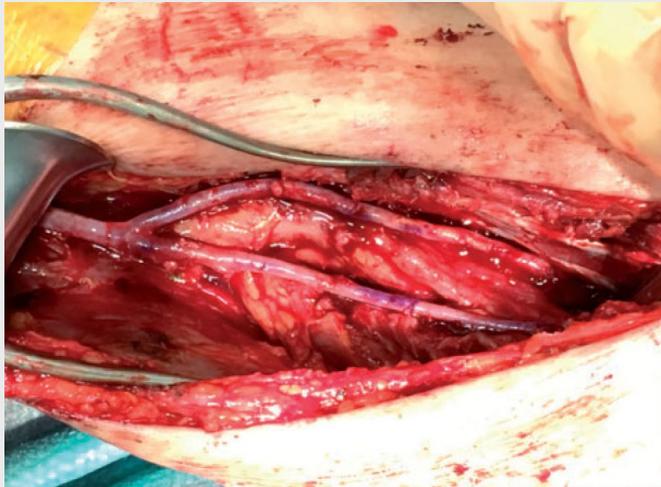
Bifurkationsbypass bei CLTI

Adami et al. Vascular 2021; doi: 10.1177/1708538121999856.



Bifurkationsbypass bei CLTI

Adami et al. *Vascular* 2021; doi: 10.1177/1708538121999856.



Inflow

Common femoral artery	30 (83.3%)
Superficial femoral artery	4 (11.1%)
Popliteal artery	2 (5.5%)

Outflow

	Target I	Target II
Below knee popliteal artery	0	7 (19.4%)
Tibio-peroneal trunk	1 (2.7%)	4 (11.1%)
Anterior tibial artery	15 (41.6%)	2 (5.5%)
Posterior tibial artery	7 (47.2%)	3 (8.3%)
Peroneal artery	4 (11.1%)	18 (50%)
Dorsal artery	8 (22.2%)	1 (2.7%)
Plantar artery	1 (2.7%)	1 (2.7%)

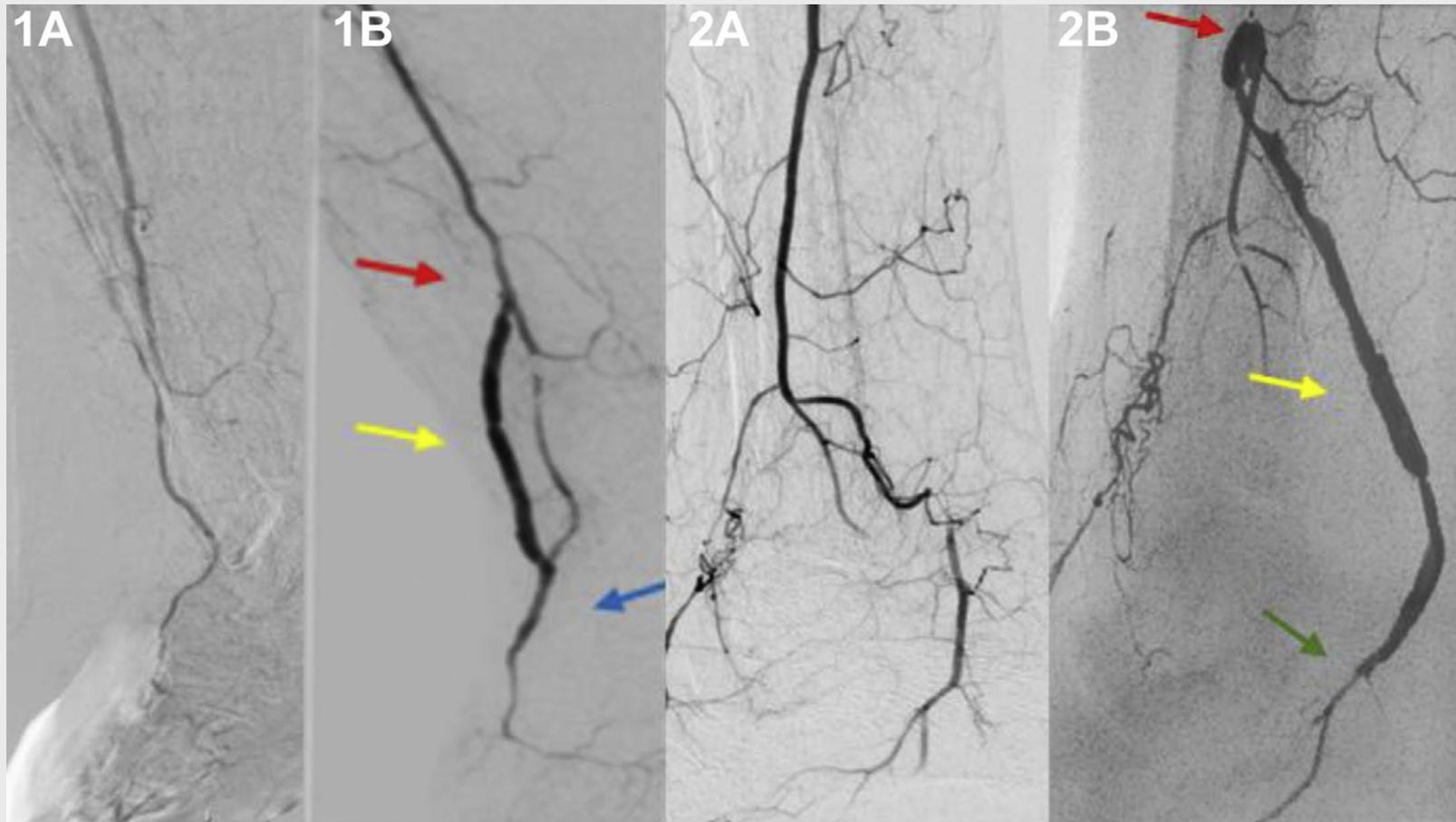
Fazit für Klinik und Praxis

Autologer Bifurkations-Bypass

- Femorodistale Venenbypässe mit einer Bifurkation können bei Patienten mit CLTI und nicht mehr vorhandener endovaskulärer Therapieoptionen gute Ergebnisse ermöglichen, besonders bei Diabetikern
- Revaskularisation nach dem Angiosomen-Konzept ist – obwohl v. a. für die offene Gefäßchirurgie noch immer kontrovers beurteilt – nicht selten schwierig und stellt bei mehr als einer Zielarterie eine Herausforderung dar

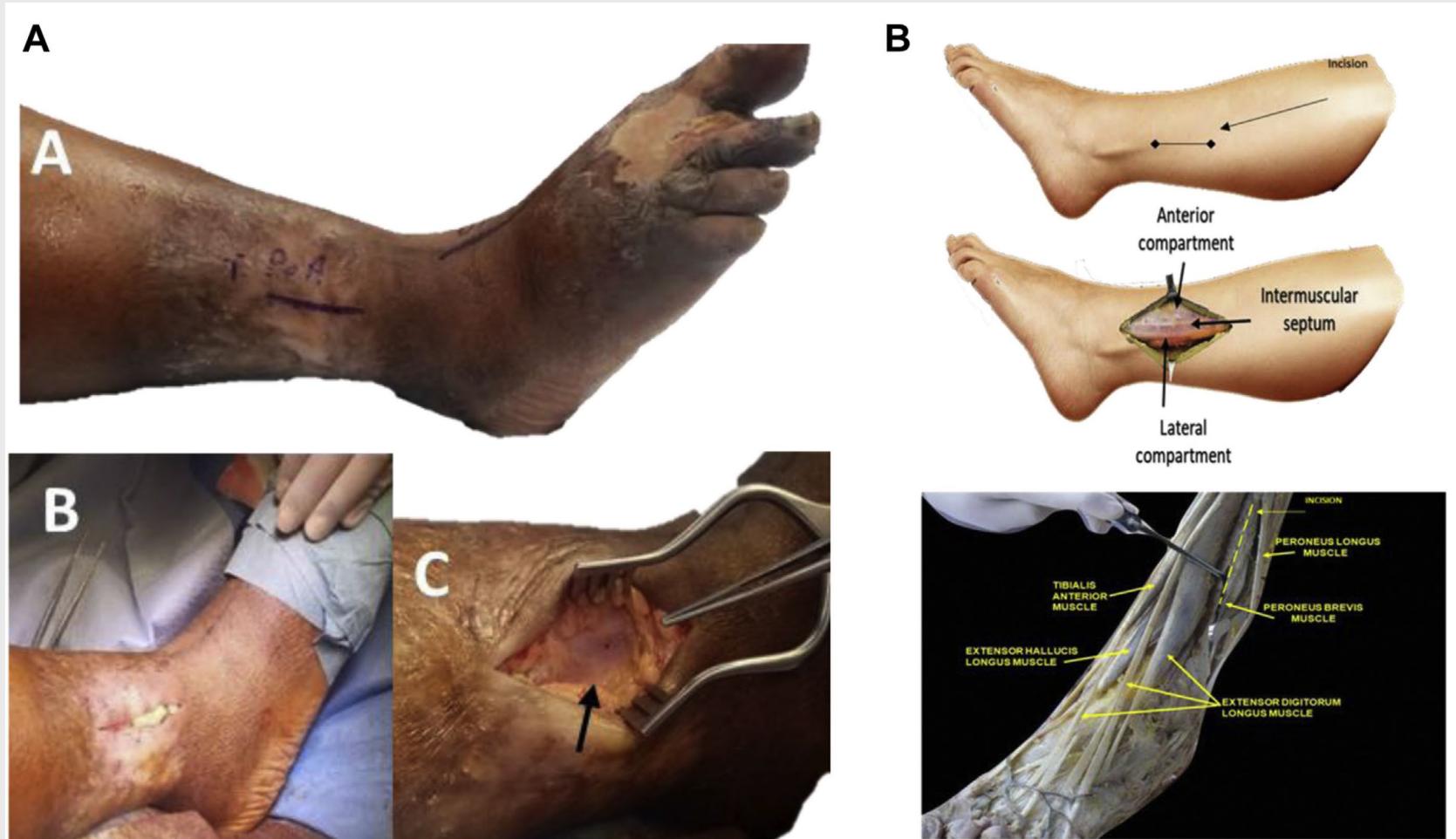
Antero-lateraler Zugang zur A. fibularis

Slim et al. Ann Vasc Surg 2021; 72: 637-642.



Antero-lateraler Zugang zur A. fibularis

Slim et al. Ann Vasc Surg 2021; 72: 637-642.



„Hybrid“-Operationen

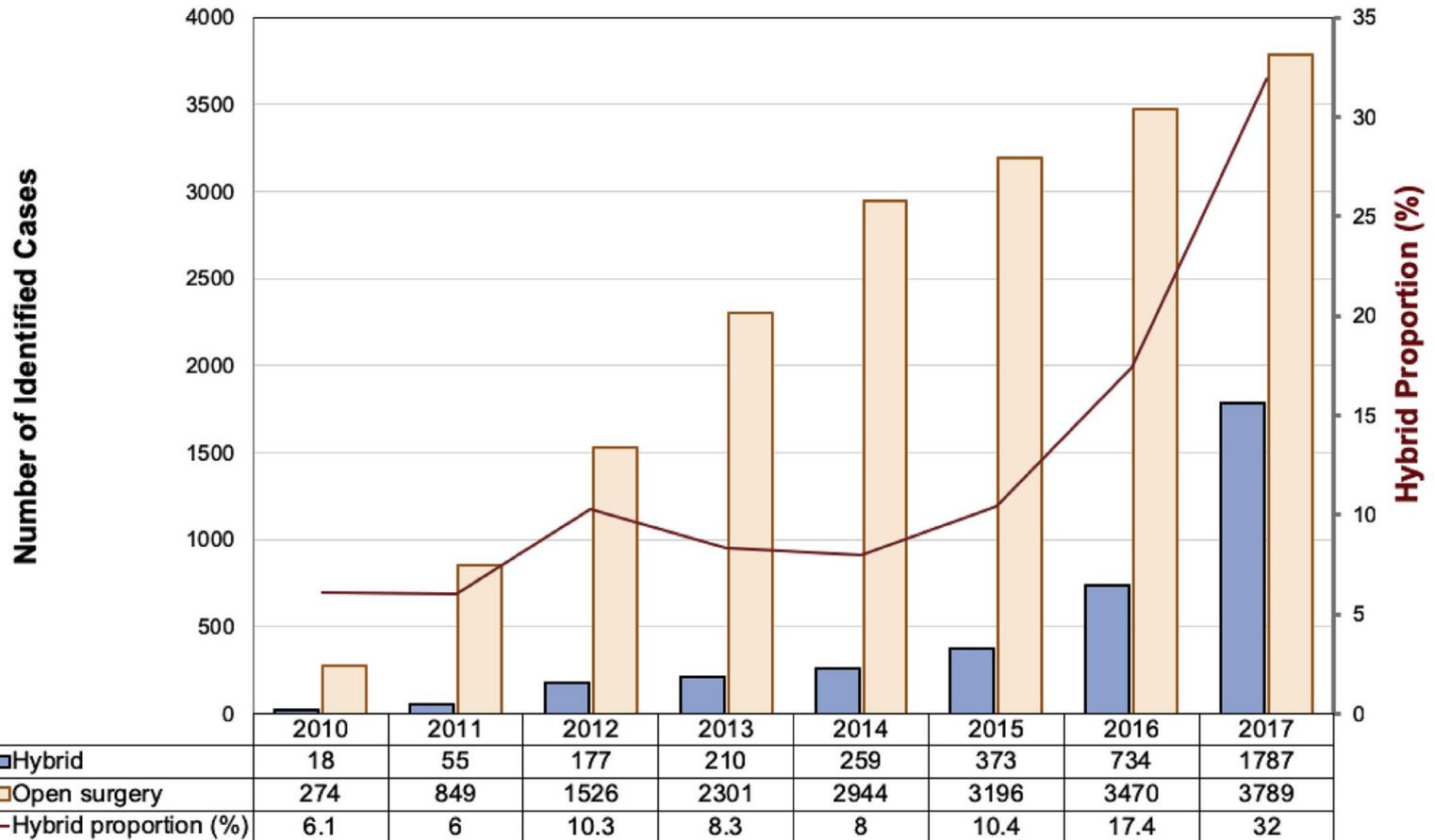
State of the Art

„Hybrid“-Operation =_{DEF} Kombination aus offener und endovaskulärer Revaskularisation

- „oberes Hybrid“ – TEA AFC (+AIE distal, AFS/APF proximal) und endovaskuläre Therapie der (aorto-)iliakalen arteriellen Strombahn
- „unteres Hybrid“ – TEA AFC (+AIE distal, AFS/APF proximal) und endovaskuläre Therapie der femoropoplitealen / -cruralen / -pedalen Arterien
- Verringerung der Invasivität vs. Mehretagen-OPs

Rasche Steigerung der Hybrid-Chirurgie zur Behandlung der PAVK in der Vascular-Quality-Initiative-Datenbasis

Fereydooni et al. J Vasc Surg 2020;72:977-986



Bypass vs. „unteres Hybrid“

Komplikationen und Frühergebnisse: Matched Pair Analyse

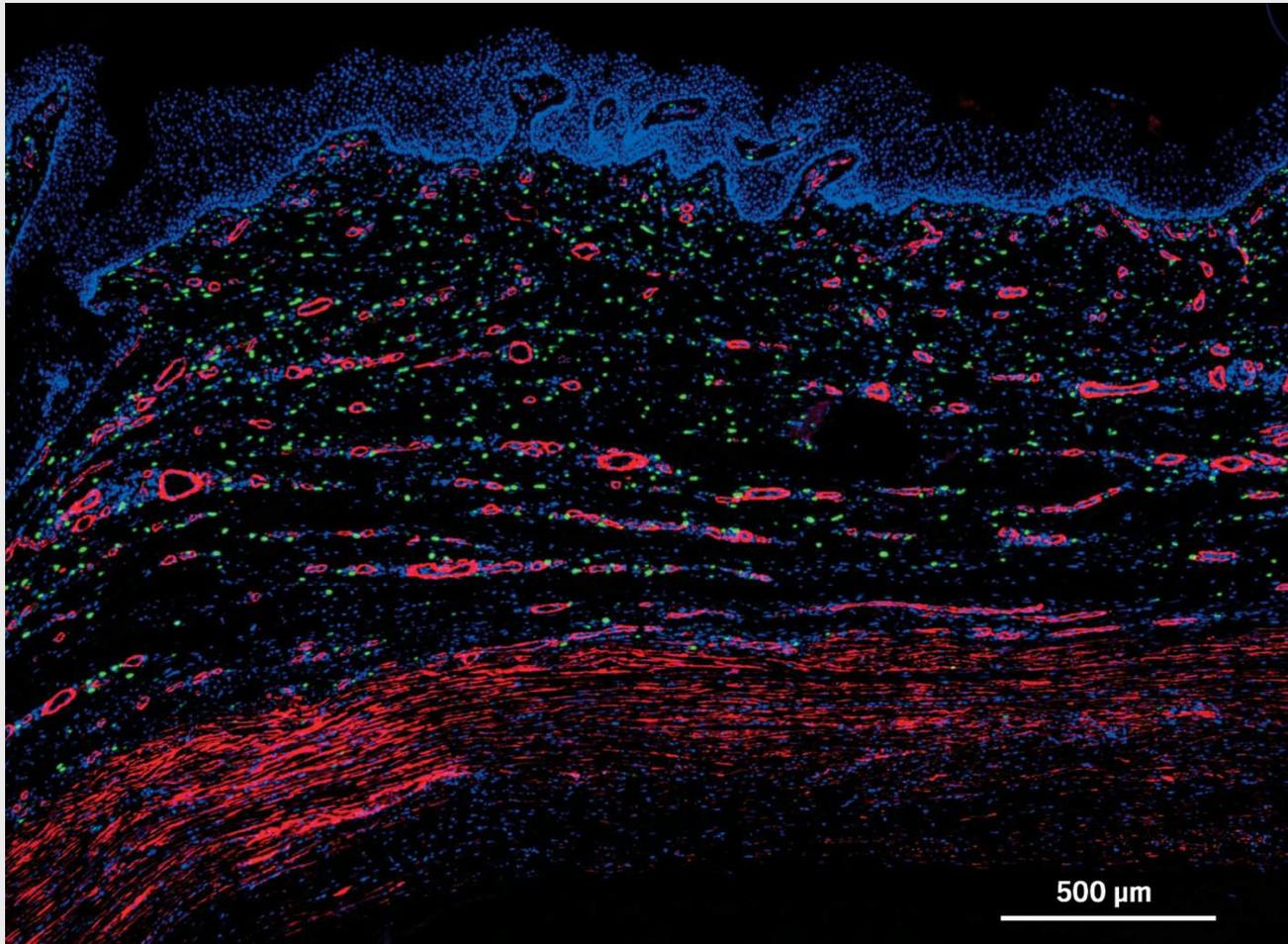
Fereydooni et al. J Vasc Surg 2020;72:977-986

Komplikationen, Frühergebnisse	Bypass (n=425), % (n)	Hybrid (n=425) % (n)	p
Thrombose	0,7 (3)	0,5 (2)	0,65
Kardial	7,3 (31)	4,5 (19)	0,066
MI	5,7 (24)	1,9 (8)	0,005
Respiratorisch	1,2 (5)	2,1 (9)	0,29
Renal	6,7 (28)	2,1 (9)	0,003
LOS (Tage, mean ± SD)	6,1 ± 5,6	4,7 ± 7,4	0,001
30-Tage-Mortalität	2,5 (7)	1,5 (3)	0,44
Entlassung nach Hause	81,4 (345)	90,8 (386)	<0,001

Innovationen

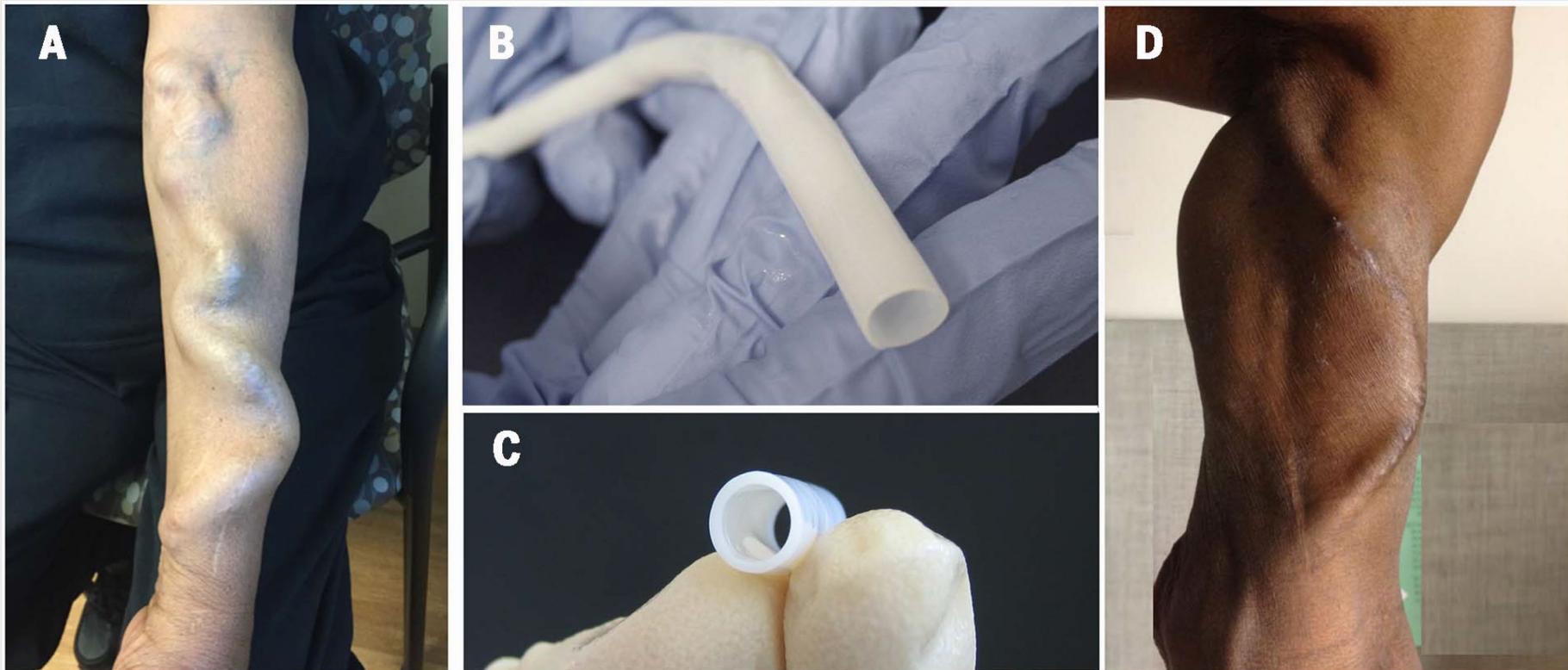
Bioengineering zur Herstellung menschlicher Blutgefäße

Niklason et al. Science 2020; 370: doi: 10.1126/science.aaw8682



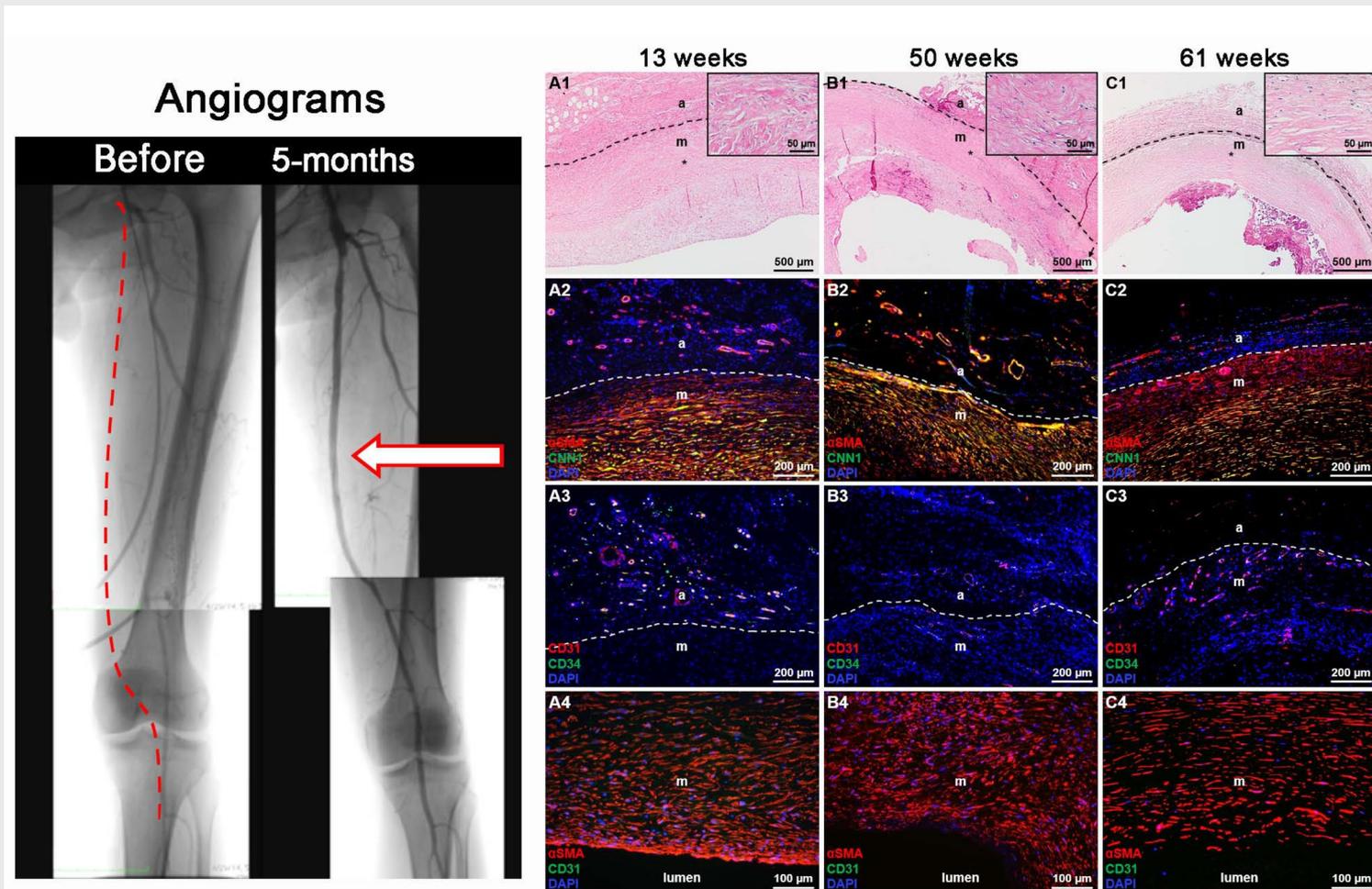
Bioengineering zur Herstellung menschlicher Blutgefäße

Niklason et al. Science 2020; 370: doi: 10.1126/science.aaw8682



Bioengineering zur Herstellung menschlicher Blutgefäße

Niklason et al. *Science* 2020; 370: doi: 10.1126/science.aaw8682

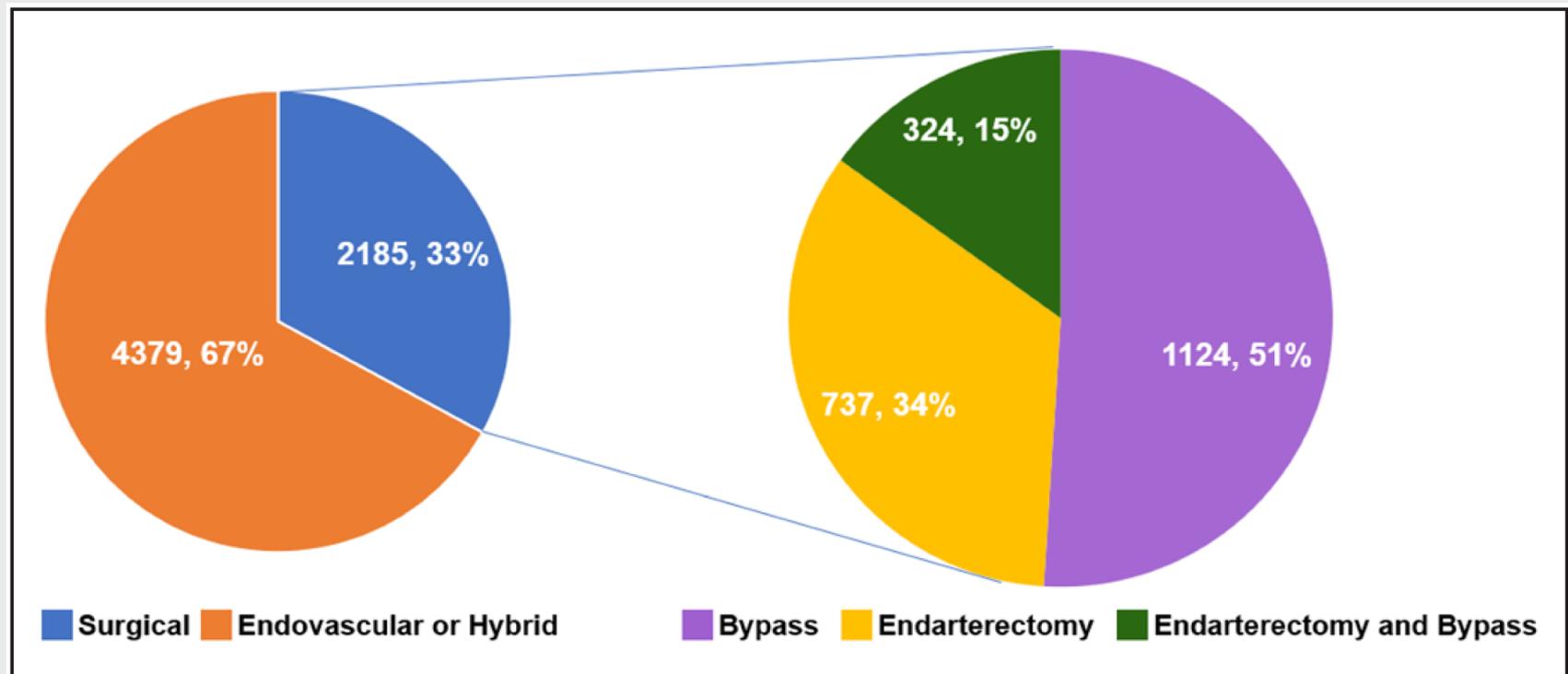


Perioperatives Management

Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Revaskularisationsverfahren

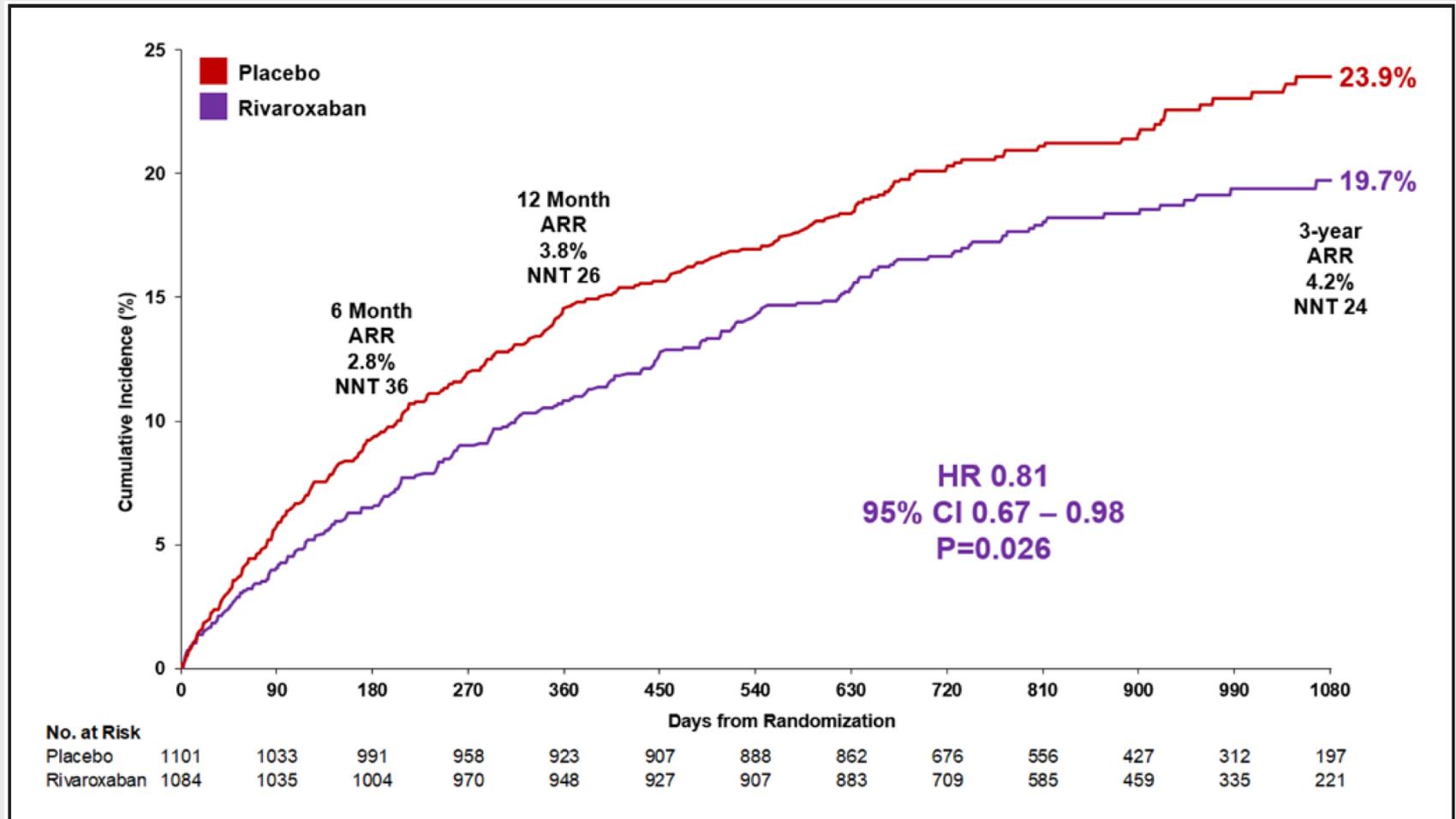
Debus et al. Circulation. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Primärer kombinierter Effektivitätseindpunkt

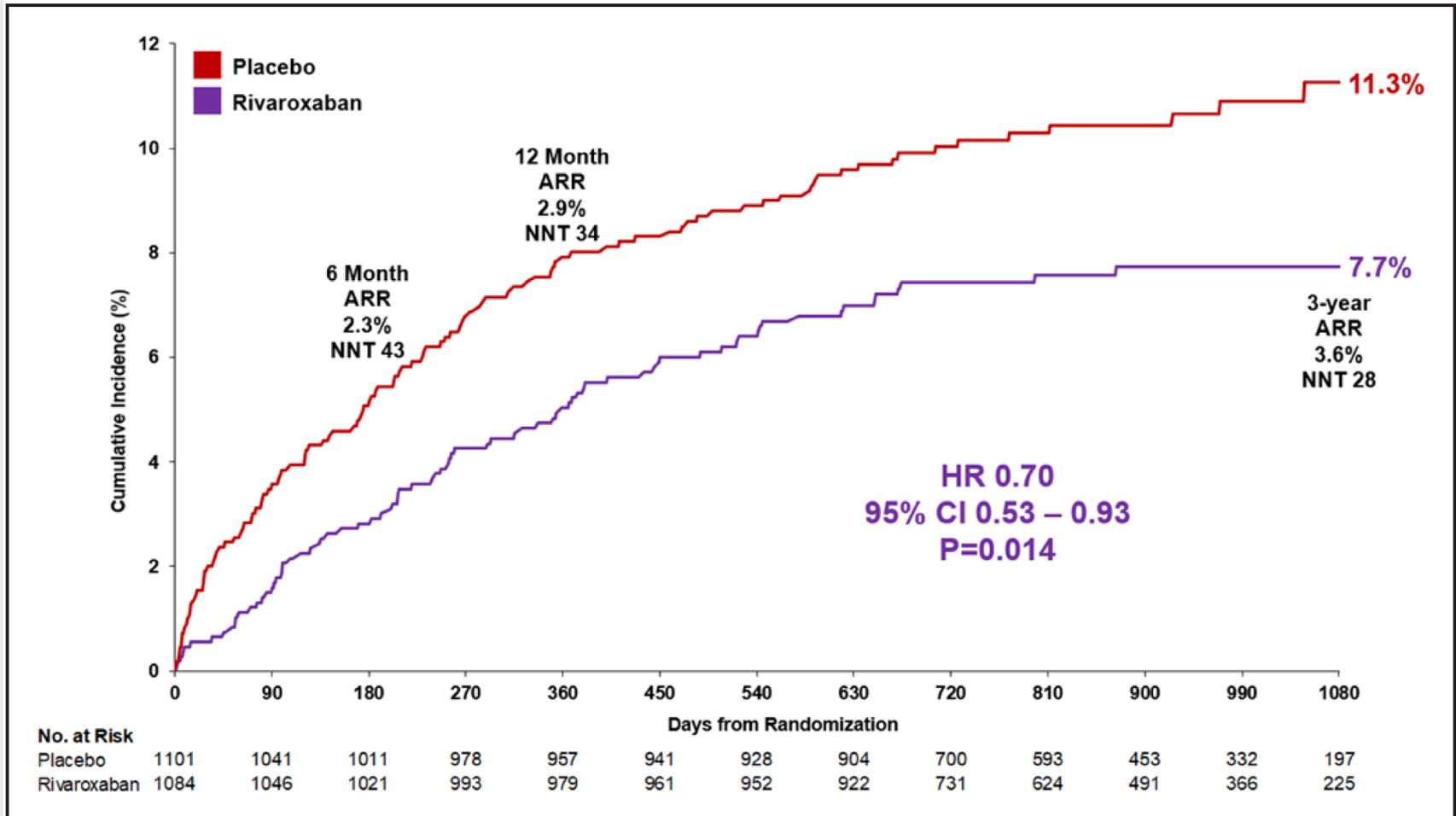
Debus et al. *Circulation*. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Akute Extremitätenischämie

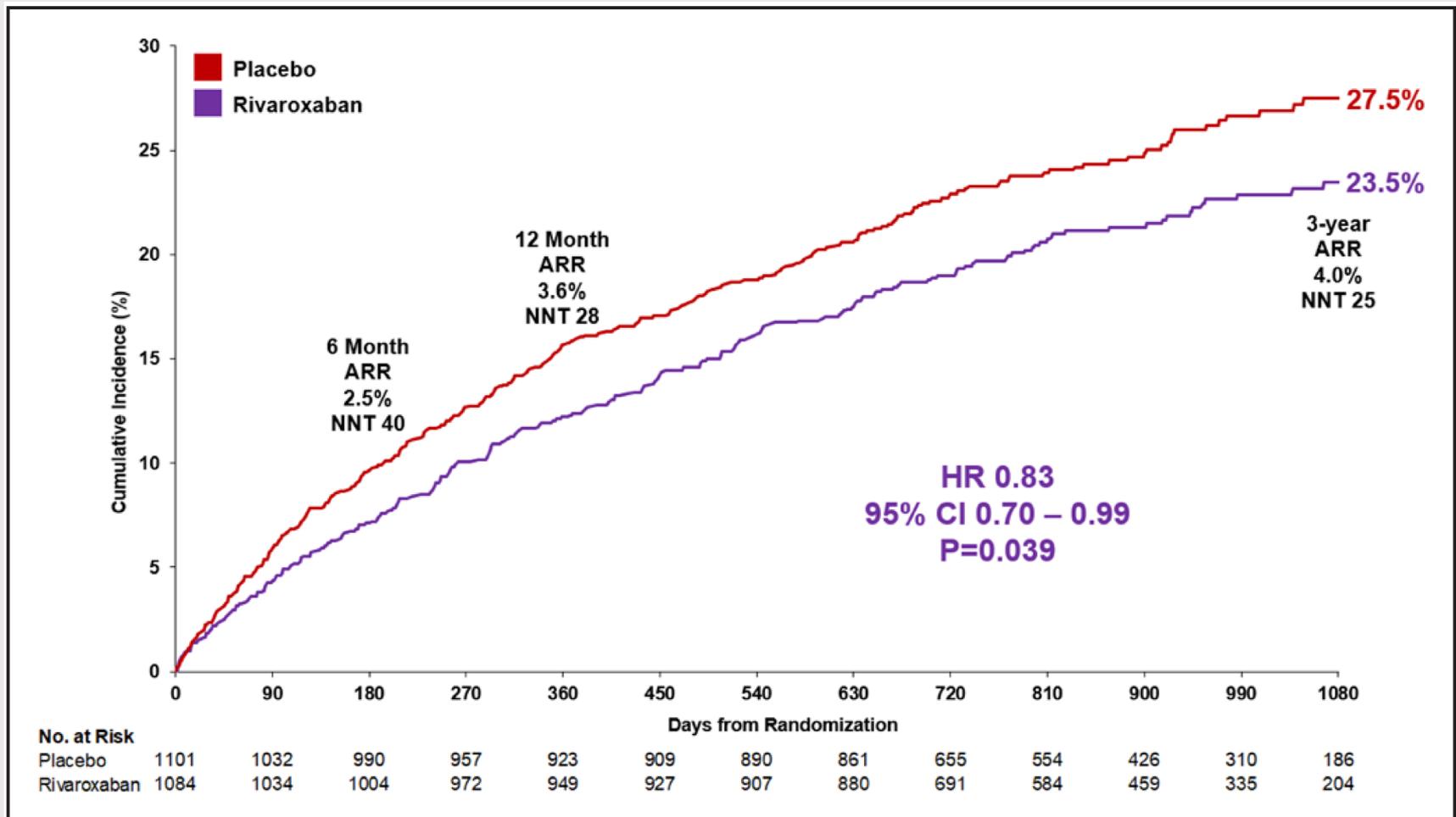
Debus et al. *Circulation*. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Ereignisfreies Überleben

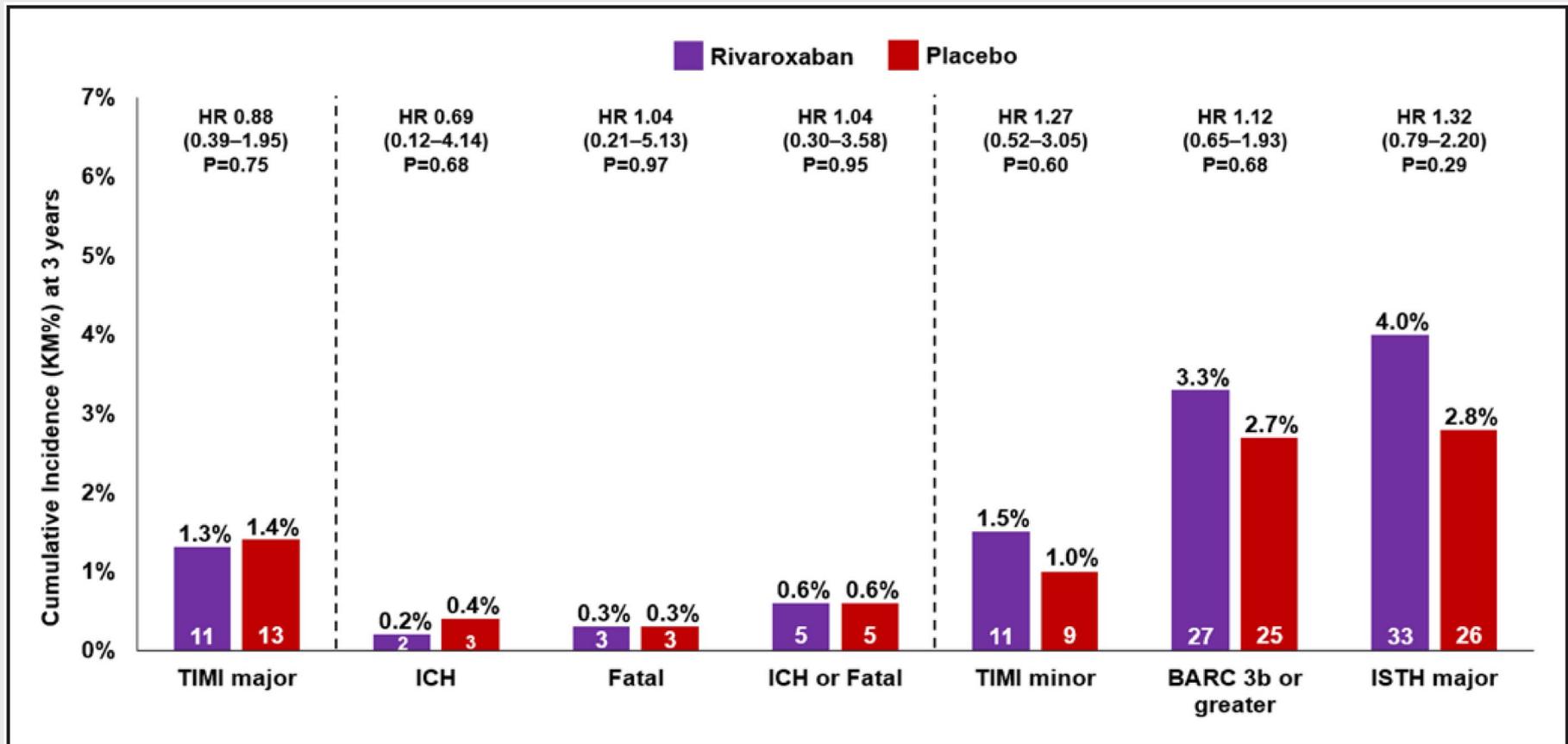
Debus et al. *Circulation*. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Sicherheitsendpunkte

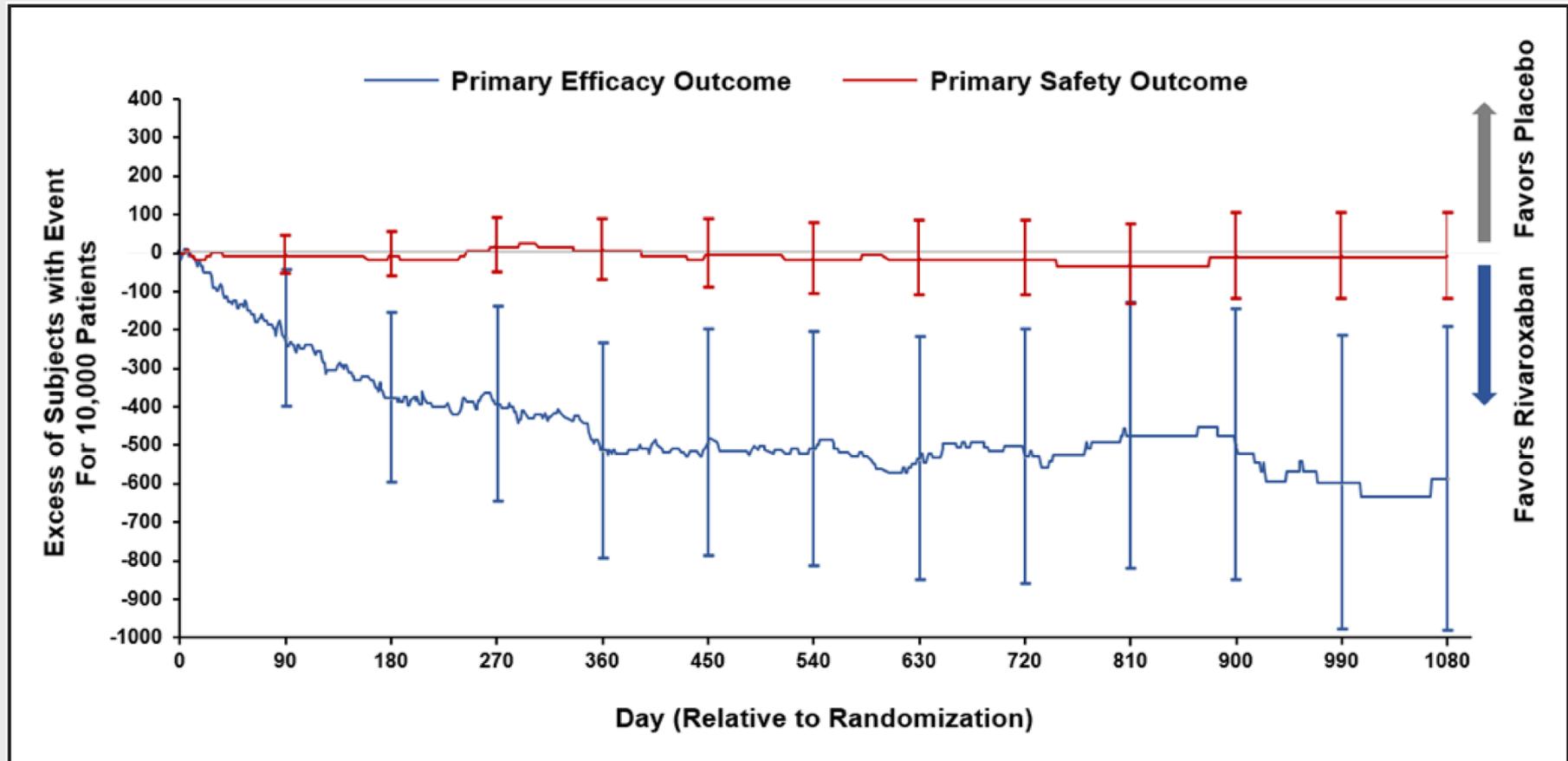
Debus et al. *Circulation*. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Risiko-Nutzen Analyse im Zeitverlauf

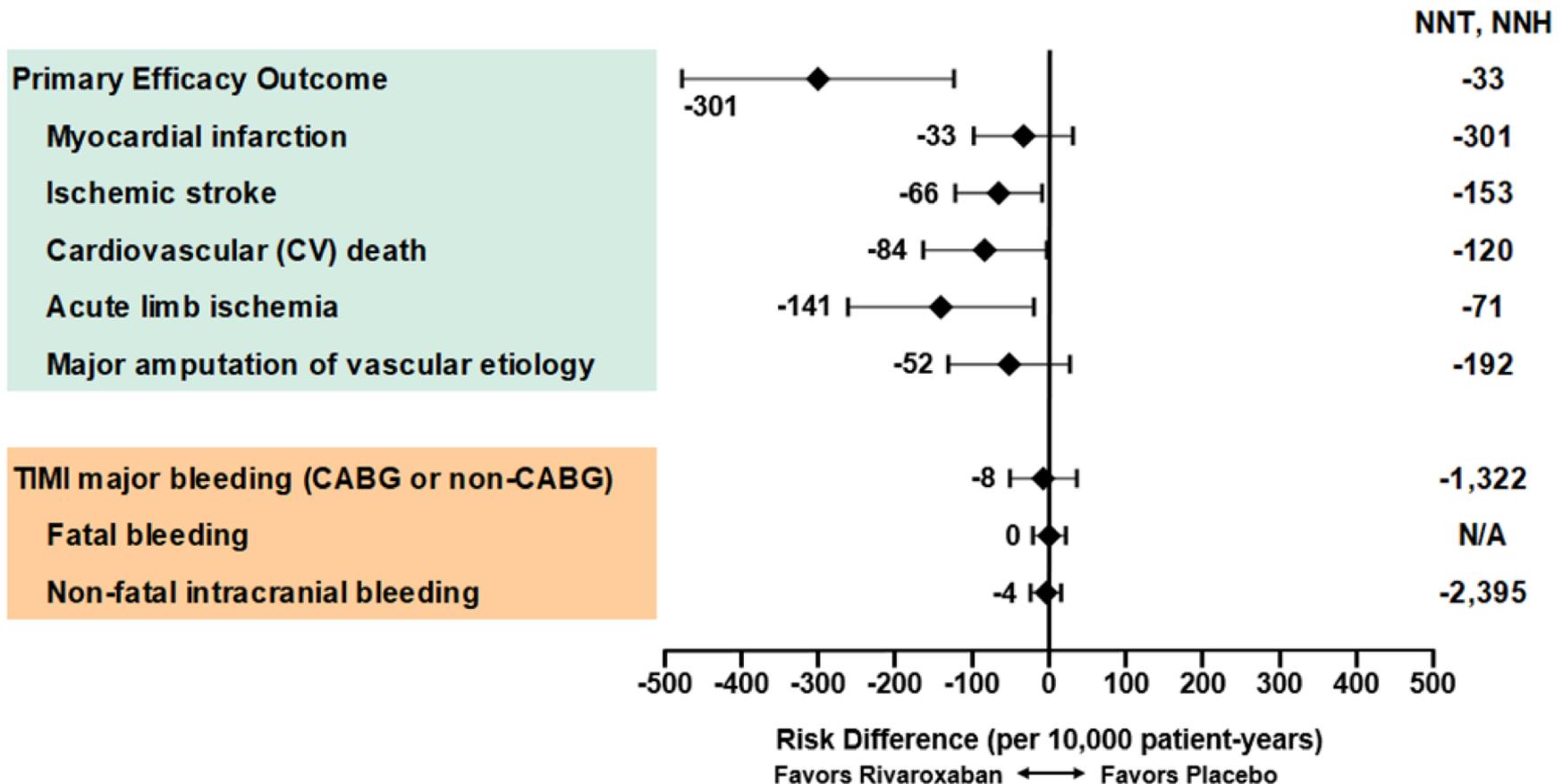
Debus et al. Circulation. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Rivaroxaban + ASS bei PAVK nach offener Revaskularisation

Risiko-Nutzen Analyse nach Inzidenz

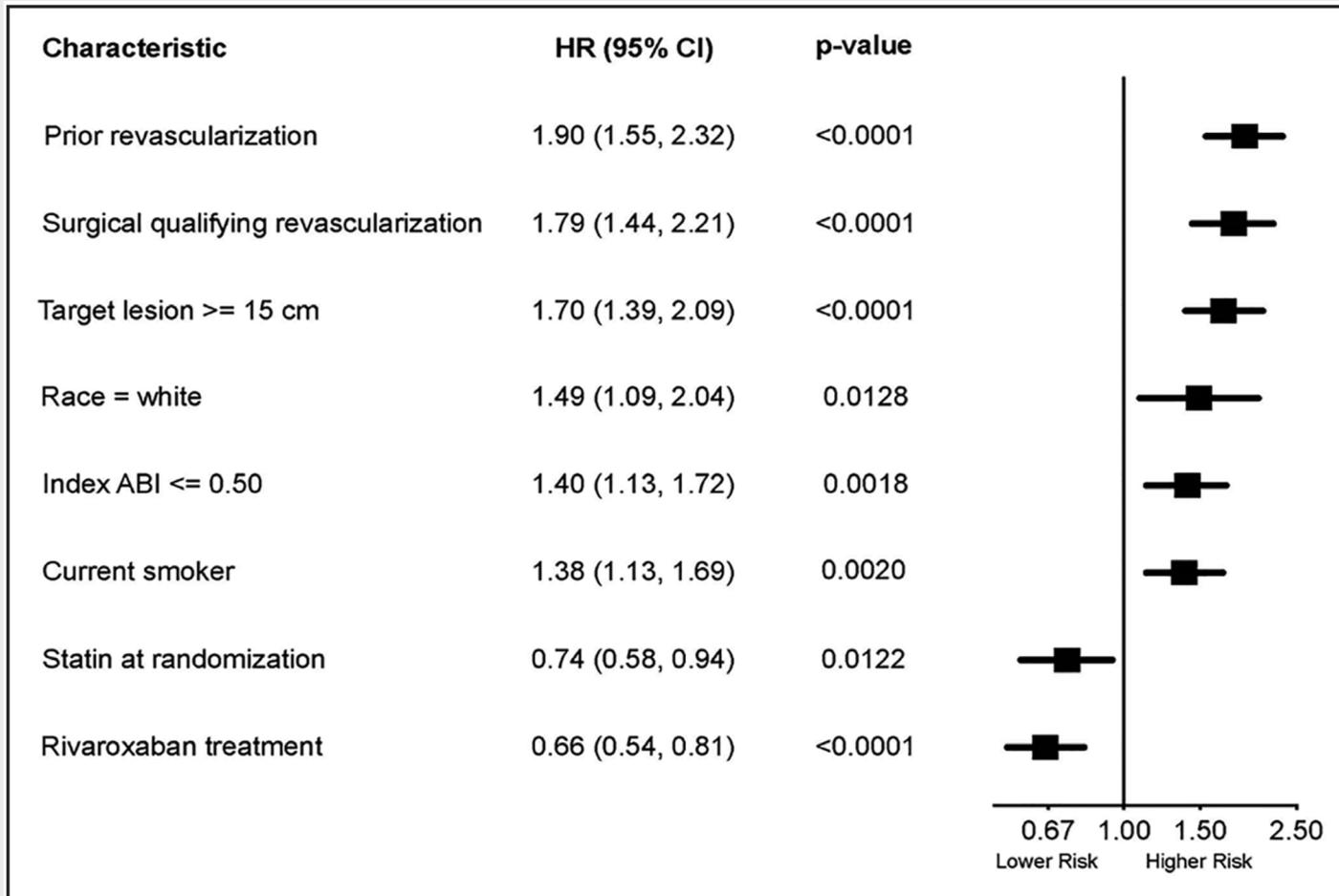
Debus et al. *Circulation*. 2021;144:1104-1116



Voyager PAD Insights: Weniger akute Extremitätenischämie mit Rivaroxaban + ASS

Risikofaktoren für ALI

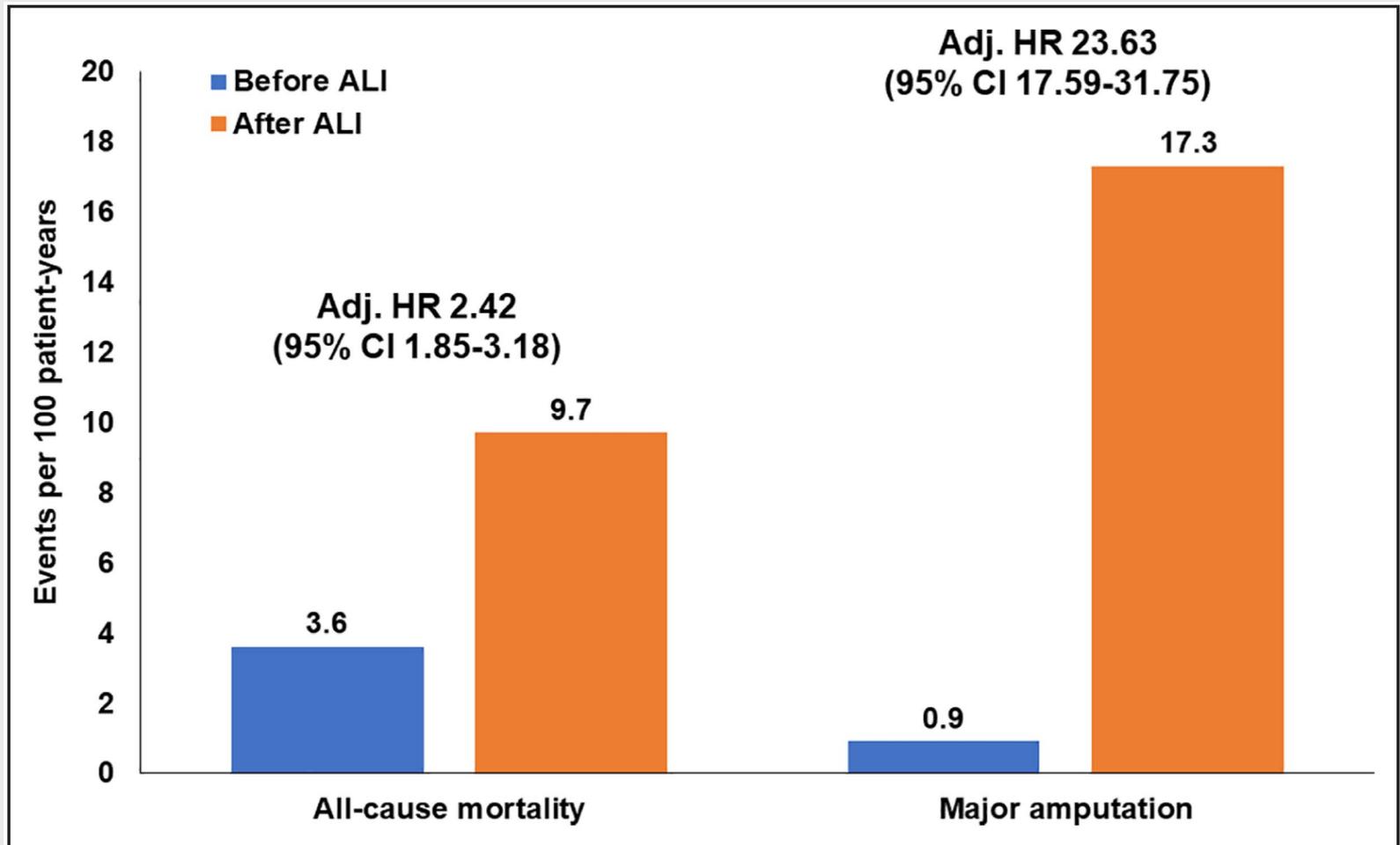
Hess et al. *Circulation*. 2021;144:1831-1841



Voyager PAD Insights: Weniger akute Extremitätenischämie mit Rivaroxaban + ASS

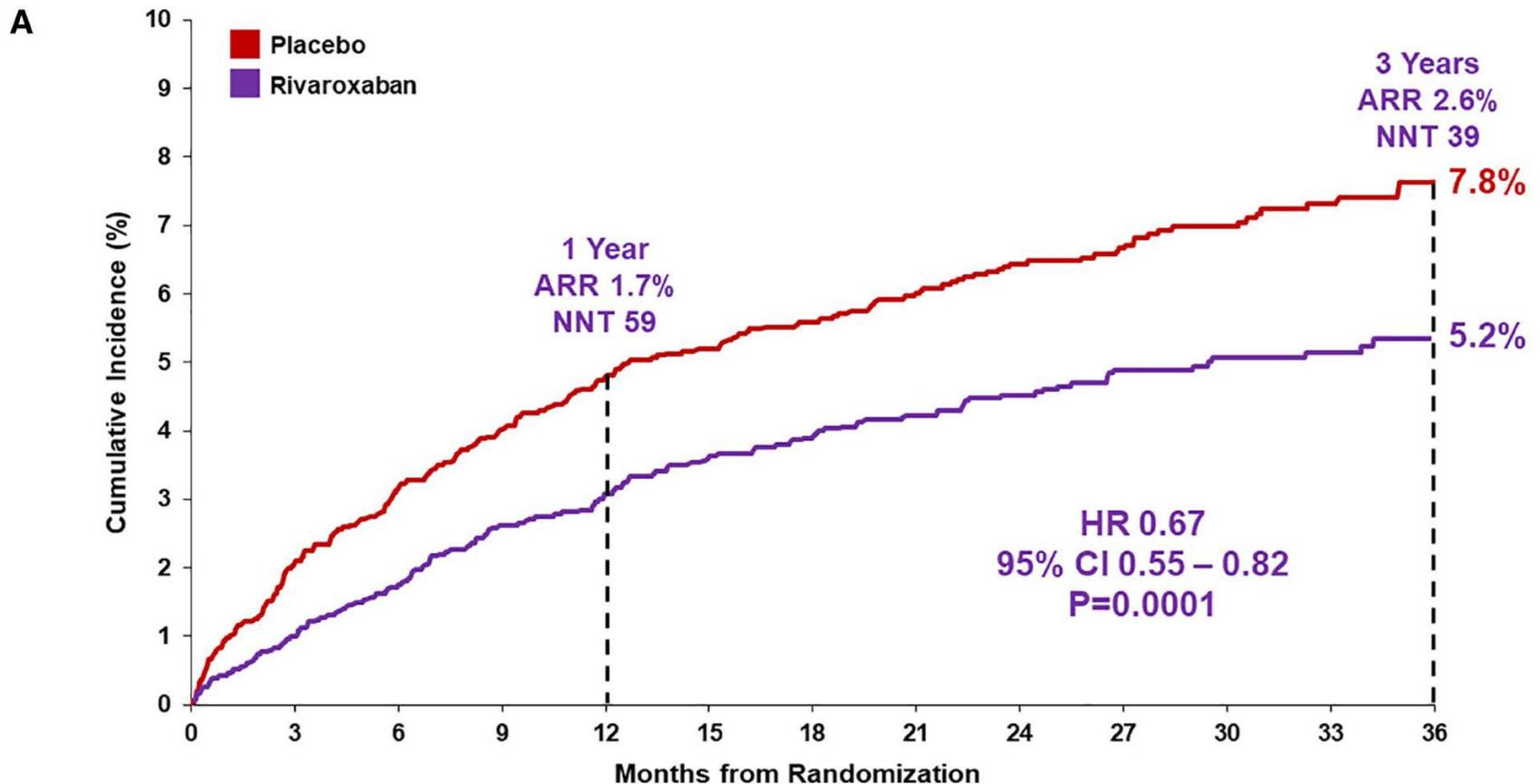
Risiko für Mortalität und Majoramputation vor und nach ALI

Hess et al. *Circulation*. 2021;144:1831-1841



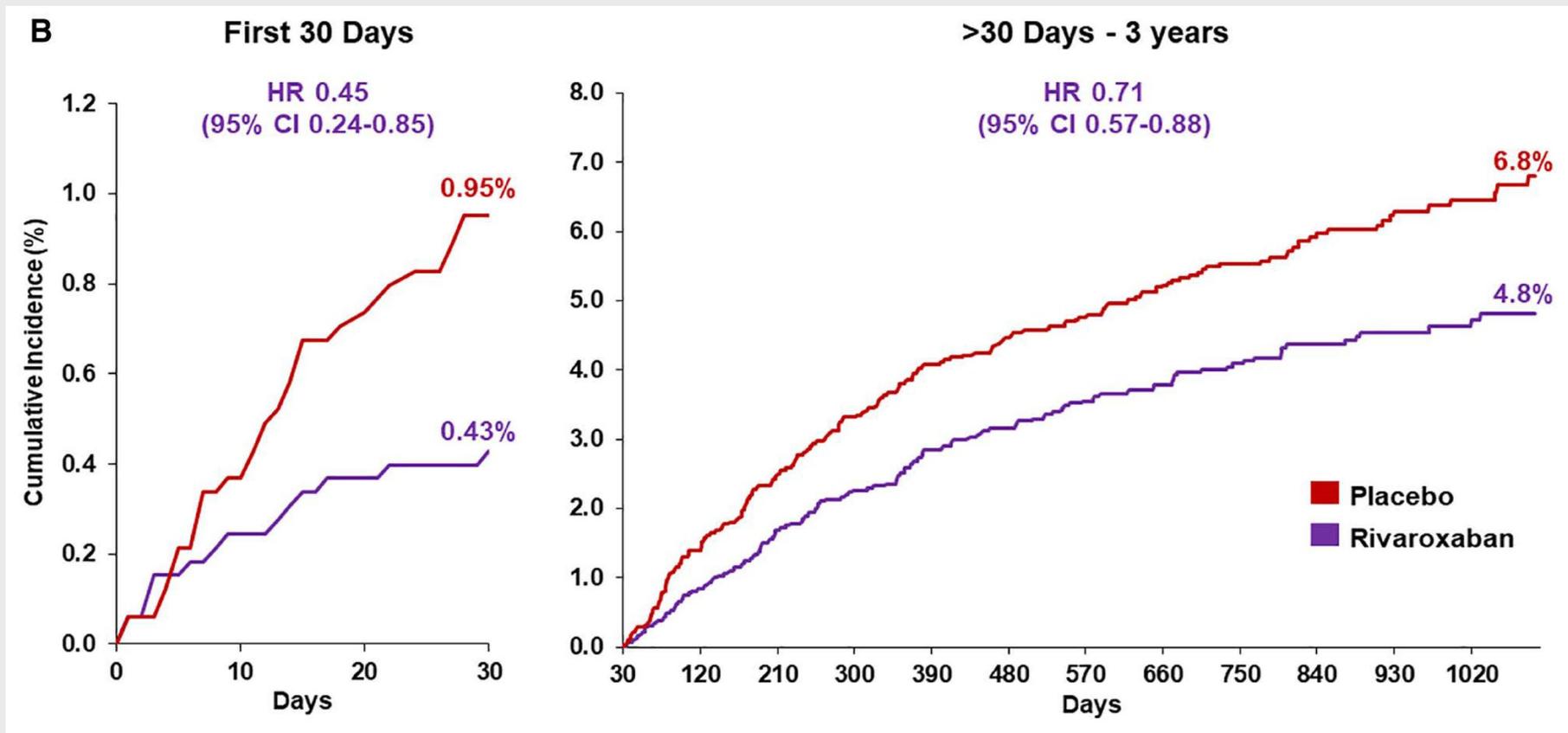
Voyager PAD Insights: **Weniger akute Extremitätenischämie** mit Rivaroxaban + ASS

Hess et al. *Circulation*. 2021;144:1831-1841



Voyager PAD Insights: **Weniger akute Extremitätenischämie** mit Rivaroxaban + ASS

Hess et al. *Circulation*. 2021;144:1831-1841



Voyager PAD Insights: Weniger akute Extremitätenischämie mit Rivaroxaban + ASS

Subgruppen-Analyse

Hess et al. *Circulation*. 2021;144:1831-1841

