

# Thrombolyse und Thrombektomie in den Extremitäten – Noch radiologisch? Stand der Methoden und Ausblick



Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
Ralph Kickuth

# Potential conflicts of interest

**With this talk I have the following potential conflicts of interest to report:**

- Research contracts
- Consulting
- Employment in industry
- Stockholder of a healthcare company
- Owner of a healthcare company
- Other(s)
  
- I do not have any potential conflicts of interest

# Hintergrund

## Akute Extremitätenischämie:

- Gefäßchirurgie und endovaskuläre Therapie als Therapieoptionen
- Gefäßchirurgische Maßnahmen nicht immer zufriedstellend
- Gefäßchirurgischer Eingriff mit erhöhter Morbidität und Mortalität (8 – 25%), auch infolge der notwendigen Narkose
- Perkutane Katheterthrombolyse: seit Jahren etabliertes und effektives Verfahren

# Ätiologie

## Akute Extremitätenischämie:

- Kardiale Embolien
- Progression einer pAVK: „akut auf chronisch“
- Thrombosen von Poplitealaneurysmata
- Thrombosen im nativen Gefäß/Bypassthrombosen
- Iatrogen mit distaler Embolisation (nach PTA, PTCA, intra-aortaler Ballonpumpe, extrakorporalen kardialen Assist-Systemen, Gefäßverschlussystemen)

# Definition

## Akute Extremitätenischämie:

Plötzliche einsetzende Minderdurchblutung (Ischämie) mit potentieller Gefährdung der Lebensfähigkeit einer Extremität!

(TASC II, Empfehlung 45)

# Definition

## Unterteilung akute Extremitätenischämie:

- Akut: Episode < 14 Tage nach Erstauftreten
  - perakut: innerhalb von 24 h
  - akut A: < 7 Tage
  - akut B: < 14 Tage
- Subakut: Episode zwischen 15 Tagen und 3 Monaten nach Erstauftreten
- Chronisch: Episode 3 Monate nach Erstauftreten

# Symptome

## Akute Extremitätenischämie (Pratt):

- Pain (Schmerz)
- Pallor (Blässe)
- Pulselessness (Pulsverlust)
- Paresthesia (Sensibilitätsstörung)
- Paralysis (Bewegungsunfähigkeit)
- Prostration (Schock)

Stadieneinteilung	Beschreibung/ Prognose	Befund: Gefühls- störungen	Befund: Bewegungs- störungen	Dopplersignal arteriell	Dopplersignal venös
<b>I. Funktionsfähige Extremität</b>	Nicht sofort gefährdet	Keine	Keine	Hörbar	Hörbar
<b>II.a Marginal gefährdete Extremität</b>	Extremitätenerhalt bei zeitgerechter Herstellung der arteriellen Perfusion	Minimal (Zehen) oder keine	Keine	Nicht hörbar	Hörbar
<b>II.b Unmittelbar gefährdete Extremität</b>	Extremitätenerhalt bei sofortiger Herstellung der arteriellen Perfusion	Inkomplett: Zehenüberschrei- tend mit Ruheschmerzen	Leicht bis mäßig	Nicht hörbar	Hörbar
<b>III. Irreversibel Geschädigte Extremität</b>	Nekrose oder irreversible Nervenschädigung	Komplett: Ausgedehnter Sensibilitätsver- lust	Lähmung (Rigor)	Nicht hörbar	Nicht hörbar

## Einteilung der akuten Extremitätenischämie nach TASC II (modifiziert nach Rutherford)

# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **„Guidewire Traversal Test“:**

- Austesten des Führungsdrahtsvorschubs
- Leichtere Drahtpassage bei frischem Thrombus
- Erschwerete Drahtpassage bei organisiertem Thrombus
- Evaluation der Eignung zur Aspiration bzw. Thrombolyse
- Positiver Prädiktor für den technischen Erfolg

# **Perkutane Katheterthrombolyse**

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse:

- Indikation: akute Stadien I, IIa und IIb
- Einfache Handhabung, manuelles Geschick zweitrangig
- Keine Kompromittierung von Kollateralen
- Katheter zwischen 4F und 5F
- Höherer Zeitaufwand im Vgl. zur PAT und perkutanen mechanischen Thrombektomie
- Kosten: 10 ml Alteplase/100.000 IE Urokinase: ca. 150 €
- Lysetherapie aufwendig und kostenintensiv aufgrund intensivmedizinischer Betreuung

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse - Techniken:

- Regionale intraarterielle Infusion
- Direkte Infiltrationstechniken:
  - Kontinuierliche Infusion
  - Intrathrombale Infusion (z.B. perforierte Ballontechnik)
  - Forcierte periodische Infusion (pulse-spray technique)
  - Intrathrombaler Bolus
  - Stufenweise Infusion (z.B. Endlochkathetertechnik)
  - Graduelle Infusion



# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **Katheterthrombolyse – absolute KI:**

- Anhaltende Blutung nach fehlgeschlagener Hämostase
- Aktive Blutung, deren Behandlung nicht realisierbar ist
- Intrakranielle Hämorrhagie
- Gegenwärtiges/sich entwickelndes Kompartmentsyndrom
- Kritische Extremitätenischämie, die einer sofortigen operativen Intervention zugeführt werden sollte

# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **Katheterthrombolyse – relative KI (major):**

- Größerer nicht-vaskulärer chirurgischer Eingriff oder Trauma während der letzten 10 Tage
- Unkontrollierte Hypertonie: >180 mmHg systolisch oder >110 mmHg diastolisch
- Punktion eines nichtkomprimierbaren Gefäßes
- Kürzlicher augenchirurgischer Eingriff
- Gastrointestinale Blutung während der letzten 10 Tage

# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **Katheterthrombolyse – relative KI (major):**

- Neurochirurgischer Eingriff während der letzten 3 Monate
- Gesichertes zerebrovaskuläres Ereignis (inklusive TIA) während der letzten 2 Monate
- Intrakranielles Trauma während der letzten 3 Monate
- Intrakranieller Tumor
- Kürzlich aufgetretene innere oder nicht komprimierbare Blutung
- Schwere Kontrastmittelallergie

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse – relative KI (minor):

- Leberversagen, insbesondere mit Gerinnungsstörung
- Bakterielle Endokarditis
- Schwangerschaft
- Diabetische hämorrhagische Retinopathie
- Lebenserwartung < 1 Jahr

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Infusionsprotokoll – Alteplase (rtPA):

- Gewichtsbasiert:

0,001 – 0,02 mg/KG/h

Niedrig dosierte i.a. Heparingabe (400 - 600 IE/h)

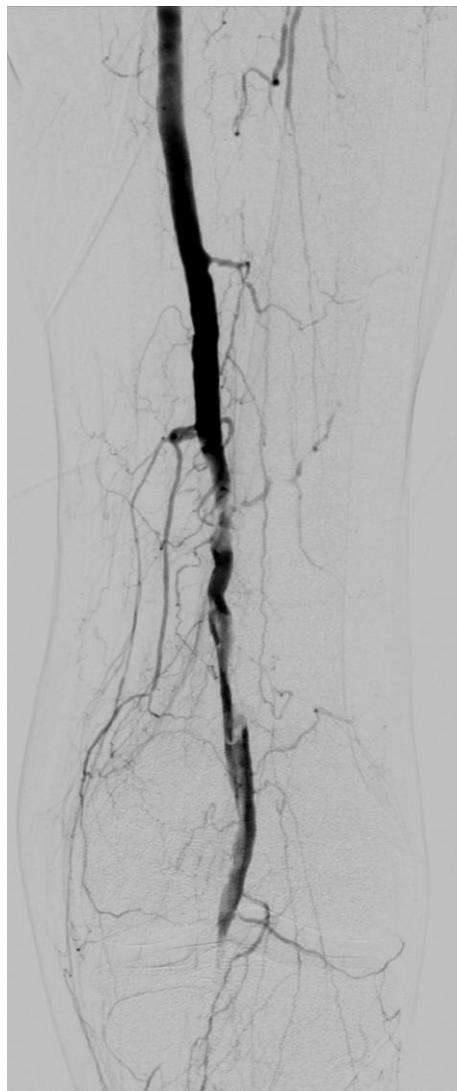
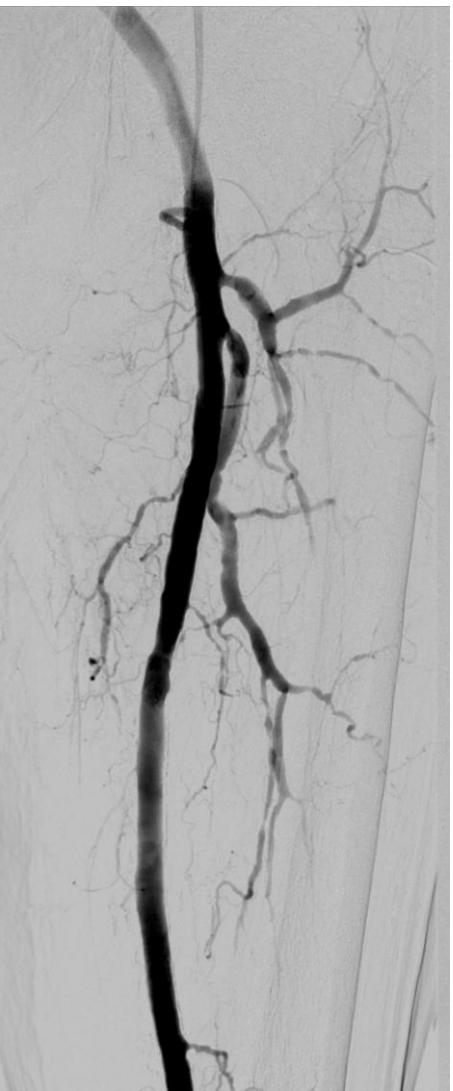
- Nicht-gewichtsbasiert:

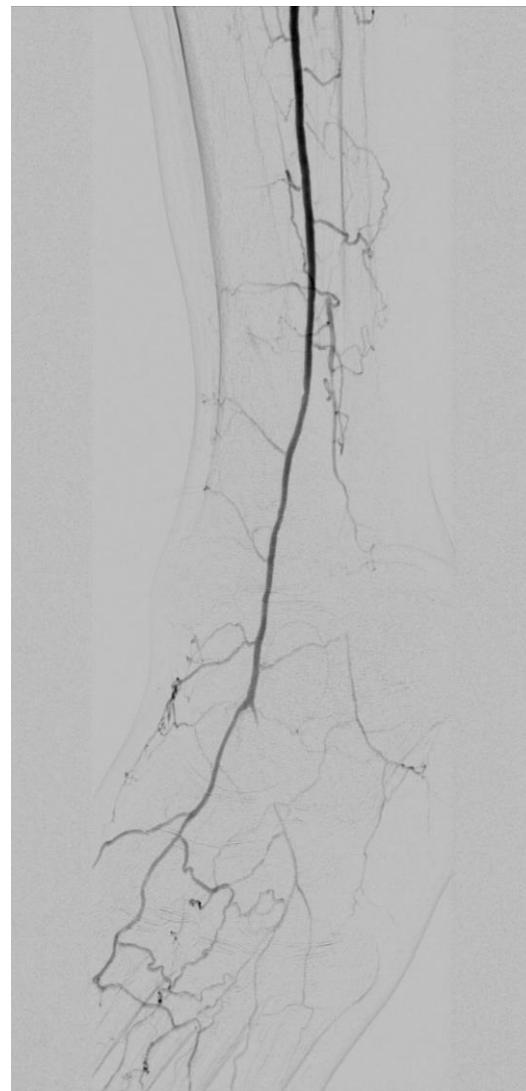
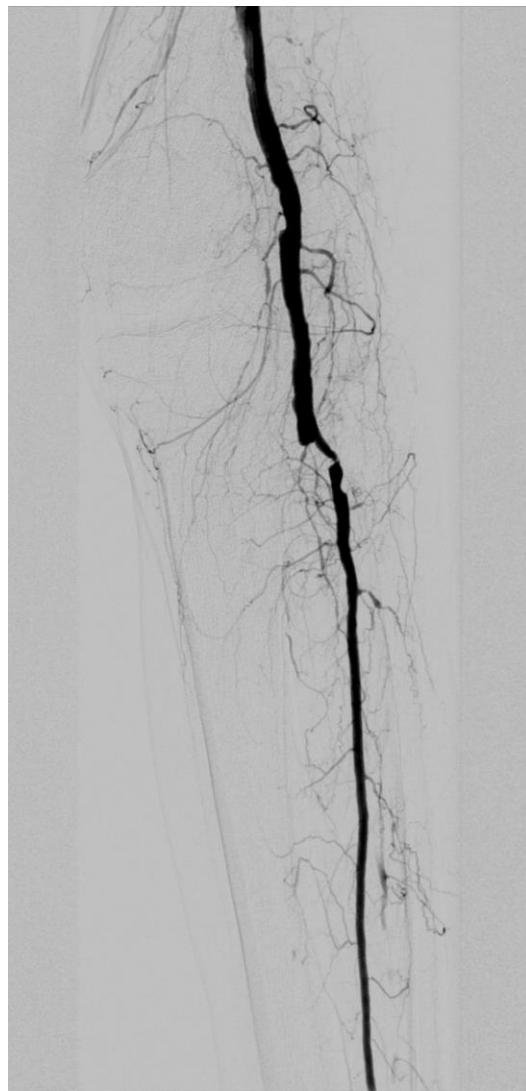
0,12 – 2,0 mg/h (Maximaldosis: 40 mg)

Niedrig dosierte i.a. Heparingabe (400 - 600 IE/h)

Erfolgsrate: 88,6% - 91,8%

(Karnabatidis D et al., Cardiovasc Intervent Radiol, 2011)





# Thrombolyse und Thrombektomie

## Infusionsprotokoll – Urokinase (UK):

- Niedrig-Dosis-Schema:

50.000 IE/h

Niedrig dosierte i.a. Heparingabe (400 - 600 IE/h)

- Hoch-Dosis-Schema:

250.000 IE/h in den ersten 4 Stunden,

anschließend 125.000 IE/h

Niedrigdosierte i.a. Heparingabe (400 - 600 IE/h)

Erfolgsrate für beide Schemata: 65% - 85%

(Karnabatidis D et al., Cardiovasc Intervent Radiol, 2011)

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse – Komplikationen:

- Größere periphere Blutungen: 1 – 25%
  - Zerebrale Hämorrhagie: 0 – 2,5%
  - Distale Embolisation: 1 – 5%
  - Kompartmentsyndrom: 1 – 10%
- 
- Mortalität: 2 – 4%

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse – RCTs:

- STILE-Studie: keine Unterschiede zwischen rtPA und UK
- Im Vgl. zur Chirurgie ähnliche Beinerhaltungsraten und geringere Mortalität nach 6 und 12 Monaten
- Jedoch in der STILE-Studie im Vgl. zur Chirurgie bei reiner akuter Ischämiesymptomatik geringere Amputationsraten nach 6 Monaten (11% versus 30%)
- Grund: geringere 12-Monats-Amputationsraten in der Gruppe mit akuter Graftokklusion (20% versus 48%)

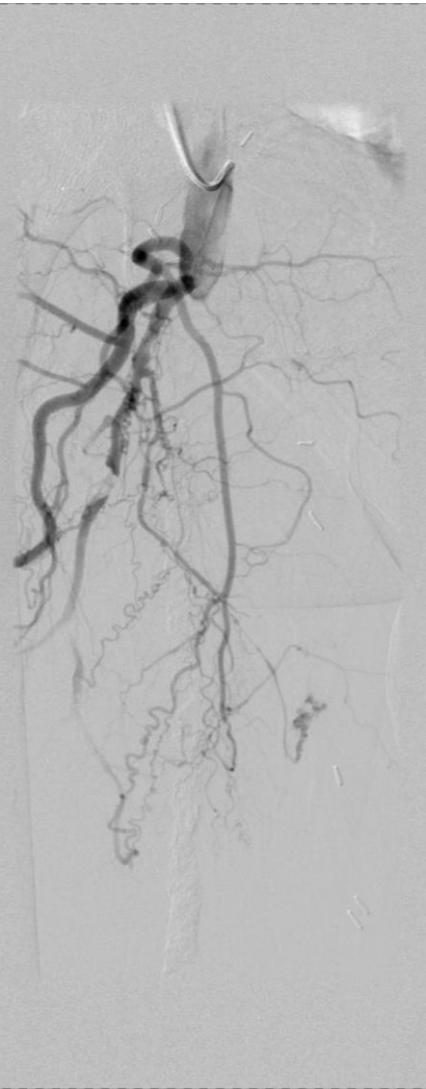
(Graor RA et al., Ann Surg, 1994)

(Karnabatidis D et al, Cardiovasc Intervent Radiol, 2011)

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Katheterthrombolyse – RCTs:

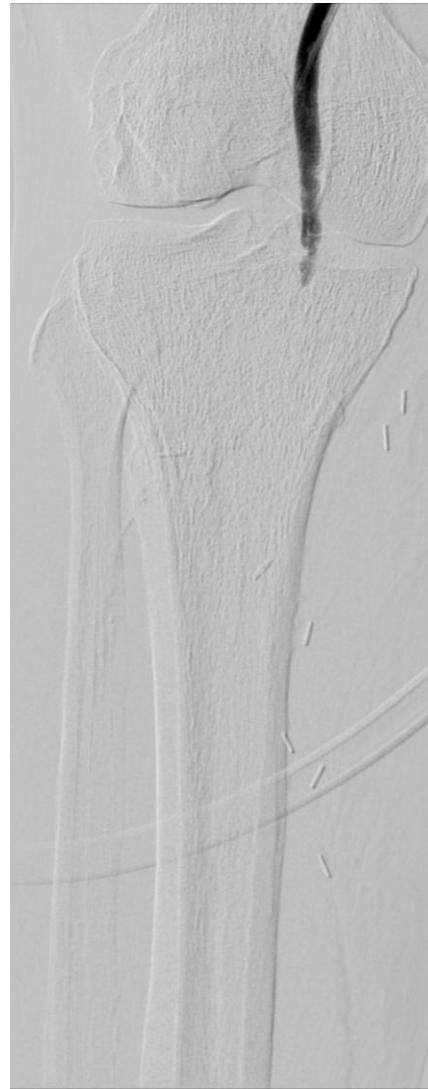
- STILE-Studie: höhere Amputationsraten bei Okklusionen nativer Arterien im Vgl. zur Chirurgie (10% versus 0%)
- TOPAS-Studie: überlegener 12-Monats-Beinerhalt bei langen Läsionen > 30 cm nach Thrombolyse
- Jedoch bessere Daten für Chirurgie bei kurzen Läsionen
- Überlegenheit bei akuten Bypassgraftokklusionen bzw. langen Okklusionen ohne adäquates Runoff-Gefäß für OP
- Chirurgie bei subakuten/chronischen Okklusionen  
[\(Graor RA et al., Ann Surg, 1994\)](#)  
[\(Ouriel K, et al., N Engl J Med 1998\)](#)  
[\(Karnabatidis D et al, Cardiovasc Intervent Radiol, 2011\)](#)



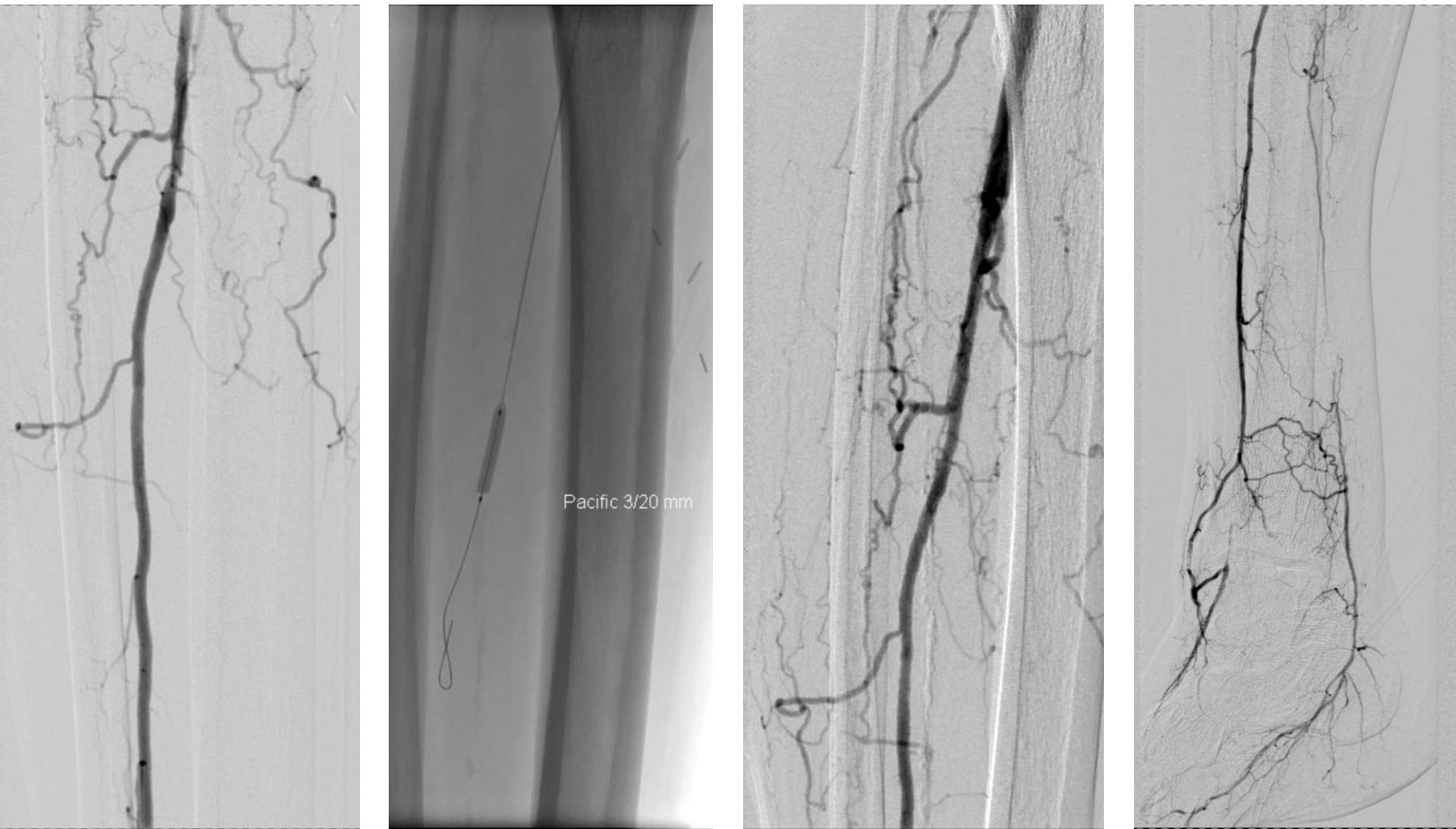
Tag 0



Tag 1 nach Lyse



Tag 2 nach Lyse



Tag 2 nach Lyse

# **Perkutane Aspirationsthrombektomie**

# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **Perkutane Aspirationsthrombektomie:**

- Schleuse zwischen 6F und 8F
- Wichtig: abnehmbares hämostatisches Ventil
- 4F – 8F Aspirationskatheter: weites Lumen, nicht konisch
- Vorschieben des Katheters in den Thrombus, bis kein Blut mehr zurückfließt
- Zum Sog Erzeugung von Unterdruck durch Spritzen mit mindestens 50 - 60 ml Größe
- Rückzug des Katheters mit aspiriertem Material

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Perkutane Aspirationsthrombektomie:

- Kosten pro Kathetersystem: 150 €
- Hohe Lernkurve, erfahrene Interventionisten
- Unterstützung durch Schlingen/Dormiakörbchen
- Nur Behandlung der femoropoplitealen/kruralen Achse
- Unter Umständen extrem zeitintensiv
- Hoch effektiv bei iatrogenen distalen Embolisationen  
(Cleveland TJ et al., Radiology, 1994)
- Oft PAT + Thrombolyse zur Steigerung des lytischen Effekts bzw. Reduktion der Prozedurzeit (Stadium IIb)

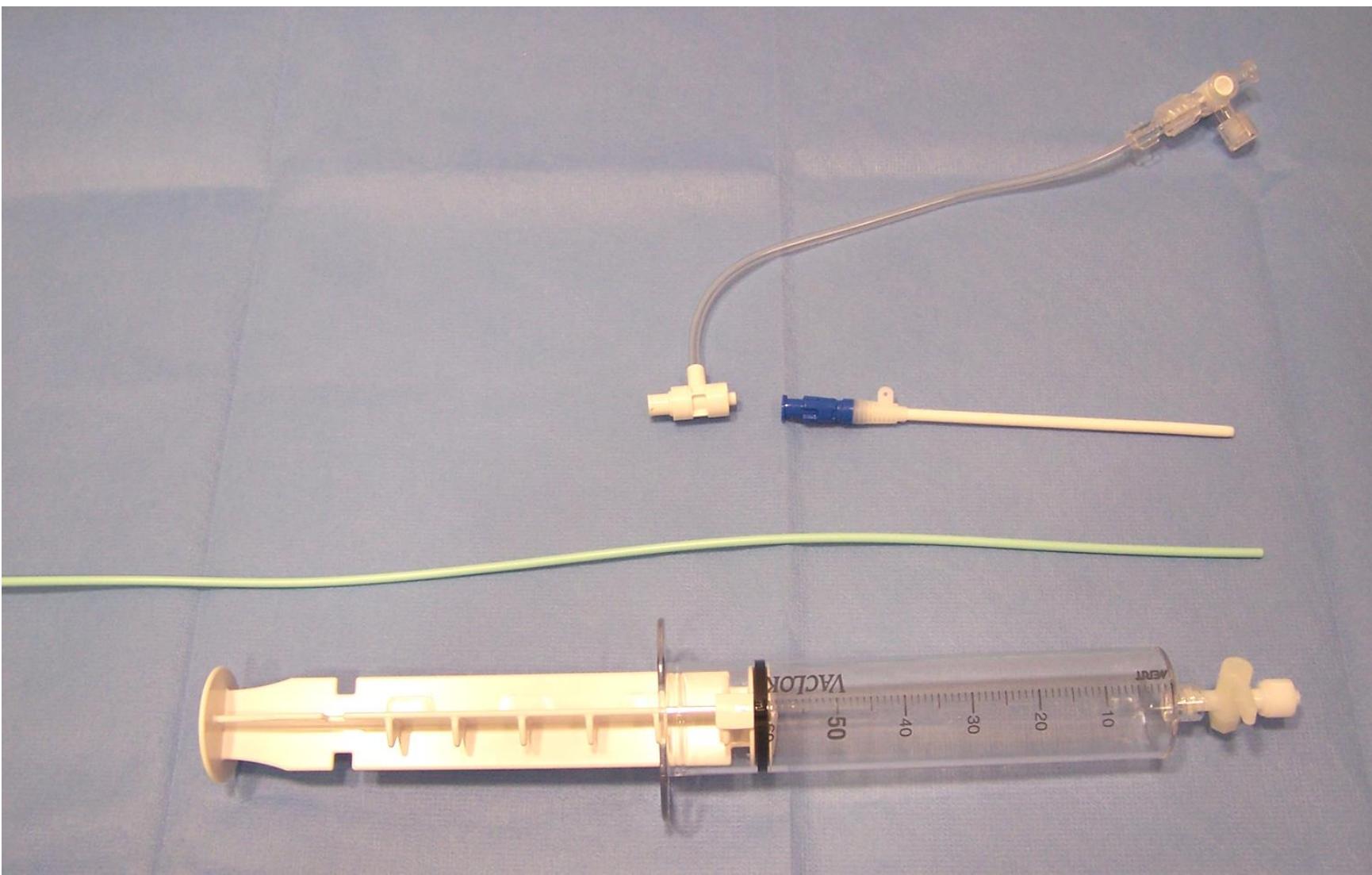
# Percutaneous Catheter Thrombus Aspiration for Acute or Subacute Arterial Occlusion of the Legs: How Much Thrombolysis is Needed?

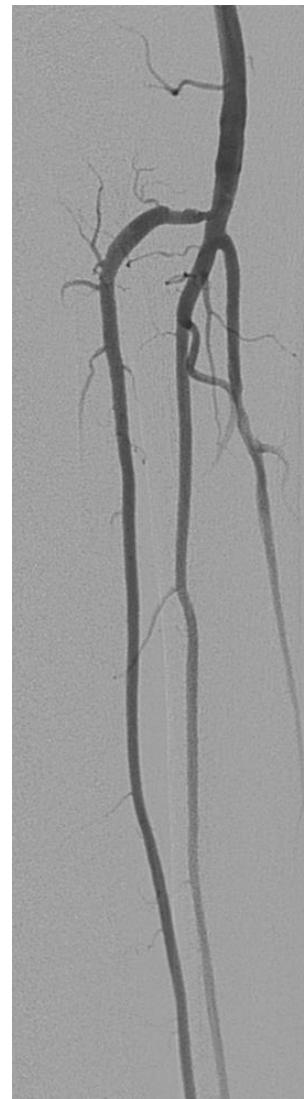
T. Zehnder<sup>1</sup>, M. Birrer<sup>1</sup>, D. D. Do<sup>1</sup>, I. Baumgartner<sup>1</sup>, J. Triller<sup>2</sup>, B. Nachbur<sup>3</sup> and F. Mahler\*<sup>1</sup>

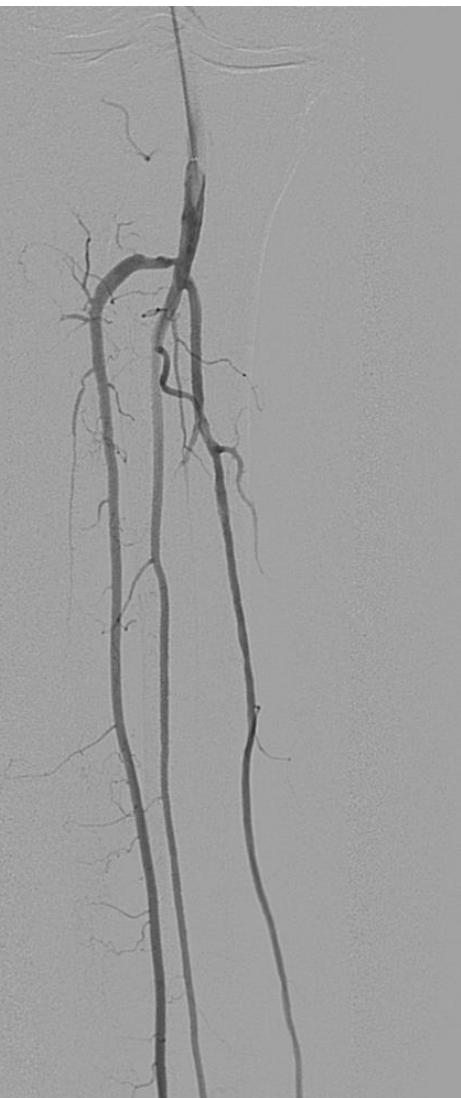
<sup>1</sup>Division of Angiology, <sup>2</sup>Institute of Diagnostic Radiology, <sup>3</sup>Department for Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
University Hospital Bern, Switzerland

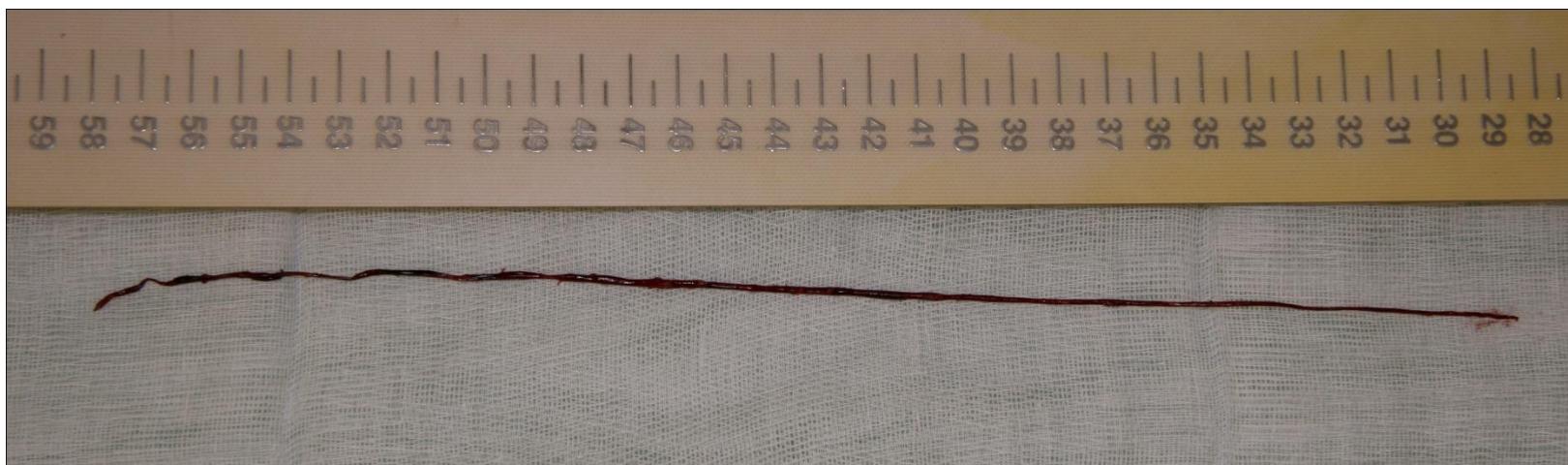
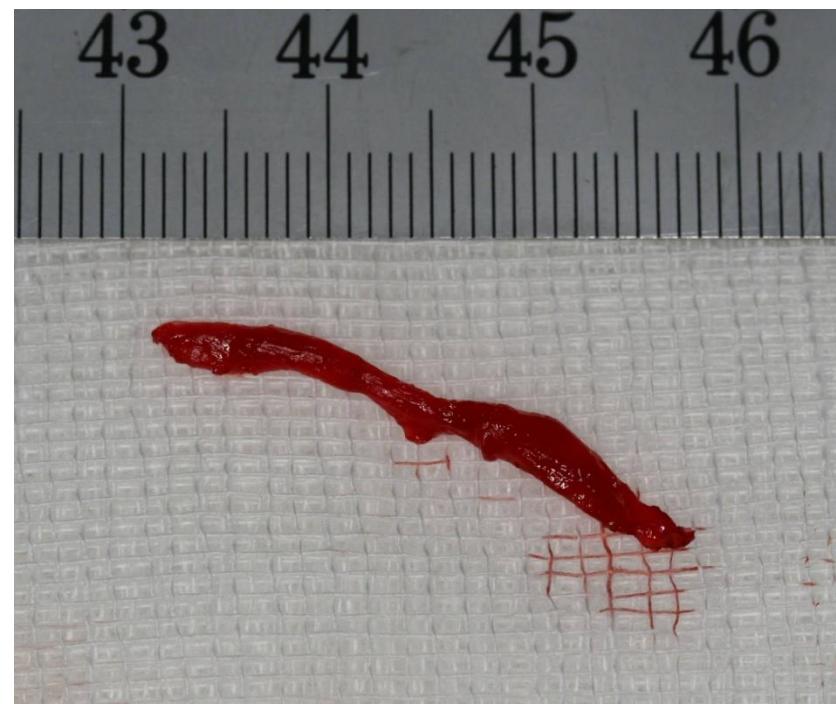
Eur J Vasc Endovasc Surg 20, 41–46 (2000)

- 93 Beine bei 89 konsekutiven Patienten
- Initial erfolgreiche Behandlung: 90%
- Mortalität nach 30 Tagen und 12 Monaten: 8% bzw. 19%
- Amputationsfreies Überleben nach 12 Monaten: 78%
- Erfolgreiche Aspiration allein: 31%
- Erfolgreiche Aspiration + PTA: 47%
- Erfolgreiche Aspiration + PTA + Thrombolyse: 22%
- Sekundäre Interventionen innerhalb von 12 Monaten: 30%









# **Perkutane mechanische Thrombektomie**

# **Thrombolyse und Thrombektomie**

## **Perkutane mechanische Thrombektomie:**

- Mechanische Fragmentationskathetersysteme
- Hydrodynamische Kathetersysteme
- Extreme Schnelligkeit
- Indikation: akute Stadien IIb und III (chirurgische Hochrisikopatienten), absolute Kontraindikation für Lyse, ggf. subakutes Stadium
- Mindestens 1 Runoff-Gefäß, regelrechte Perfusion von Beckenarterien und A. femoralis communis

# Thrombolyse und Thrombektomie

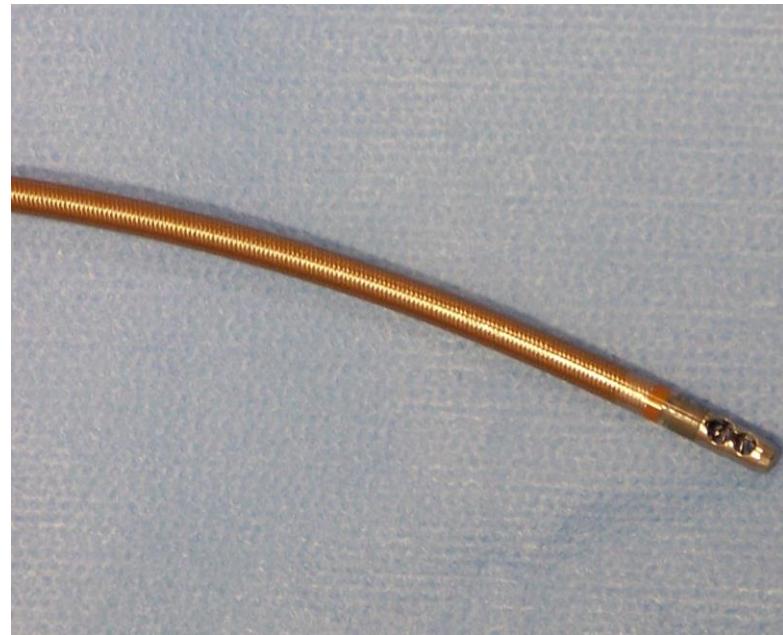
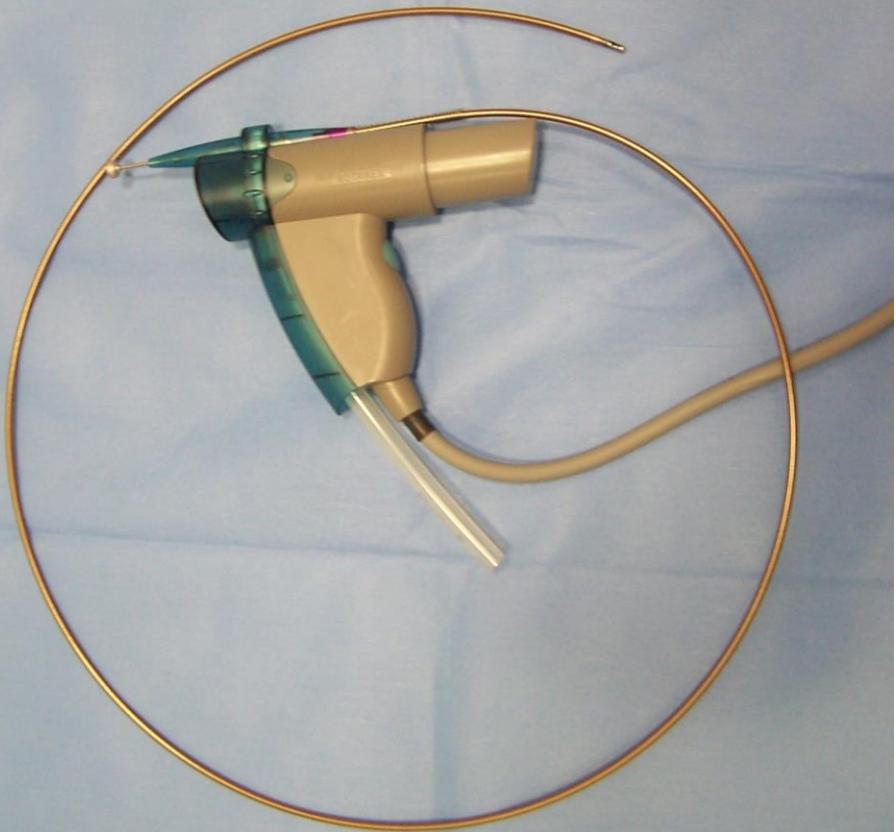
## Rotarex-Katheter®:

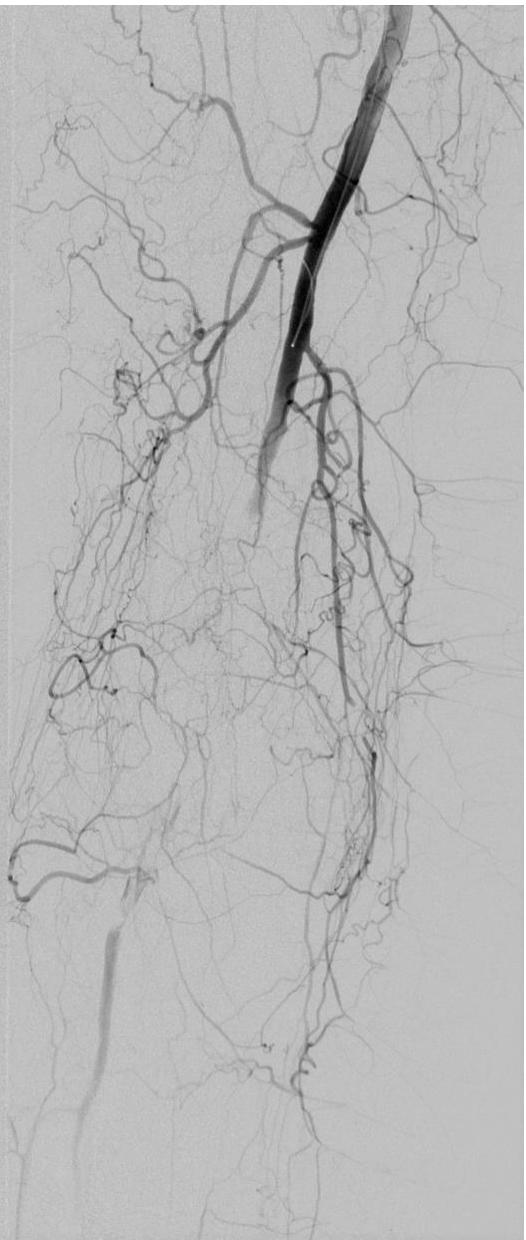
- Wirkprinzip der „Archimedischen Schraube“
- Katheterspitze: 2 übereinander rotierende Zylinder mit jeweils 2 Seitöffnungen
- Verbindung des einen Zylinders mit einer rotierenden Förderschraube (40000 U/min innerhalb eines Katheters)
- Befestigung des anderen Zylinders am Katheter
- Motoreinheit
- Elektronische Kontrolleinheit

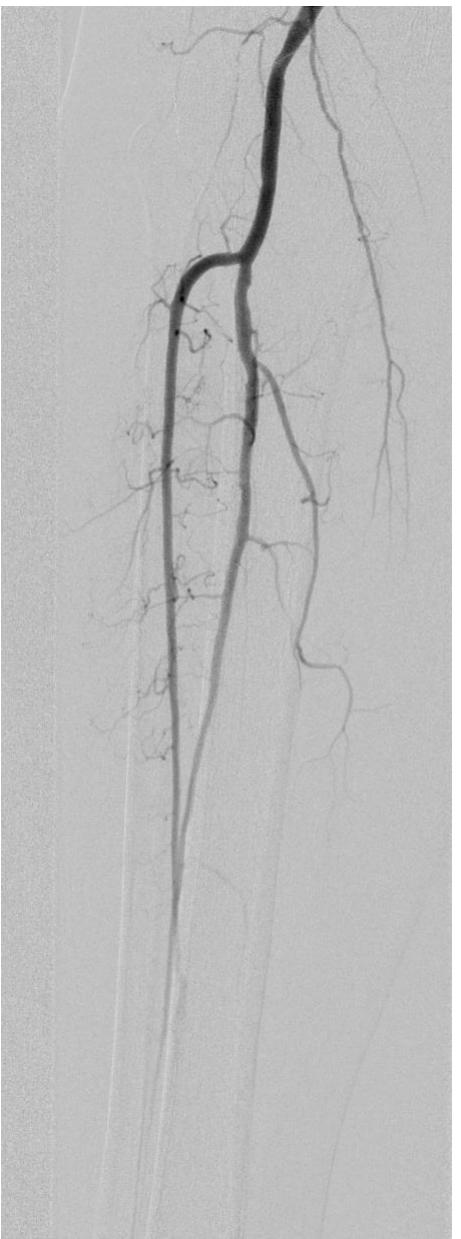
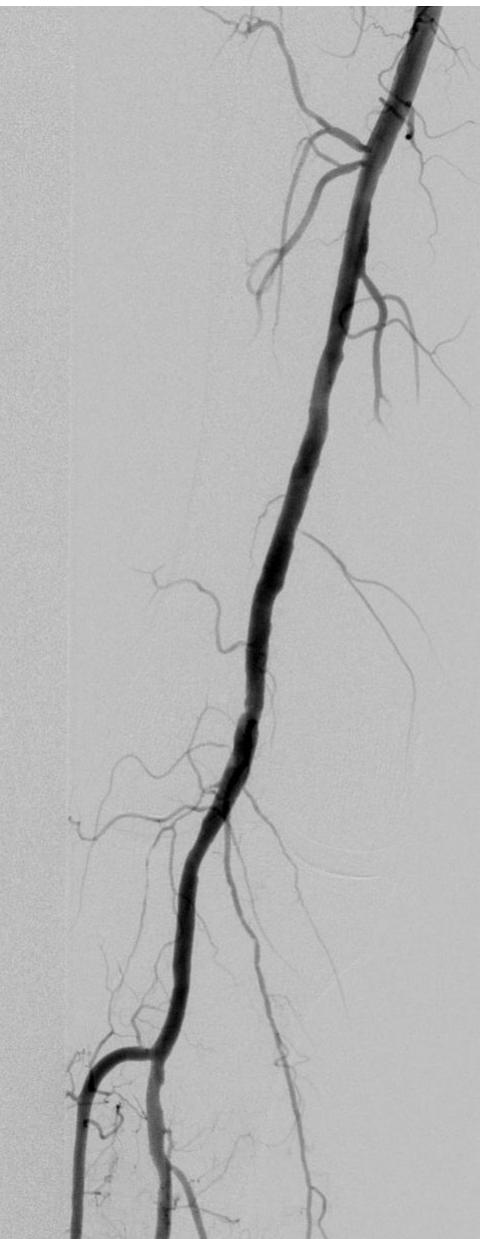
# Thrombolyse und Thrombektomie

## Rotarex-Katheter®:

- Antrieb durch Magnetkopplung zwischen Motor und Katheter
- Durch Rotation permanenter Sog
- Hierdurch Abtragung/Heranziehen thrombotischen Materials an die seitlichen Schnittfenster
- Aspiration/Fragmentation/Transport (Auffangbeutel)
- Aspirationsleistung: 0,66 ml/sec bis zu 1,5 ml/sec
- Aspirationsdruck: 43,5 mmHg







# Mechanische Rotationsthrombektomie zur Behandlung von akuten und subakuten Okklusionen der femoropoplitealen Arterien: Retrospektive Auswertung der Ergebnisse von 1999 bis 2005

Mechanical Rotational Thrombectomy for Treatment Thrombolysis in Acute and Subacute Occlusion of Femoropopliteal Arteries: Retrospective Analysis of the Results from 1999 to 2005

C. Wissgott<sup>1</sup>, P. Kamusella<sup>1</sup>, A. Richter<sup>1</sup>, P. Klein-Weigel<sup>2</sup>, H. J. Steinkamp<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

**Ziel:** Die lokale intraarterielle Lyse von akuten bzw. subakuten Gefäßverschlüssen gilt derzeit noch als Standardtherapie. Ziel dieser Arbeit war, die Ergebnisse der perkutanen mechanischen Thrombektomie (PMT) als Alternative zur Lyse zu untersuchen.

**Material und Methoden:** Es wurden retrospektiv die Ergebnisse von 1999 bis 2005 von 265 Patienten, mittleres Alter  $65 \pm 8,4$  Jahre, untersucht, die wegen arteriellen Gefäßverschlüssen mit einem Rotationsthrombektomiekatheter (Straub Rotarex®) behandelt wurden. Davon waren 85 Patienten (32,1%) akut ( $\leq 14$  Tage, Gruppe 1) bzw. 180 Patienten (67,9%) subakut (14–42 Tage, Gruppe 2). Die mittlere Okklusionslänge war 25 (2–40) cm.

**Ergebnisse:** Die technische Erfolgsrate betrug 94,7% ( $251/265$ ). In den übrigen 14 Fällen konnte entweder keine ausreichende Entfernung der Thromben zur Blutflusswiederherstellung ( $n=9$ ) oder keine intraluminale Führungsdrahtpassage erreicht werden ( $n=5$ ). Nach einer Nachbeobachtungszeit von  $12 \pm 3$  Monaten lag die Restenoserate in Gruppe 1 bei 49% und in Gruppe 2 bei 54%. Der Knöchel-Arm-Index (KAI) konnte in Gruppe 1 von  $0,32 \pm 0,17$  auf  $0,78 \pm 0,24$  bei Entlassung und  $0,71 \pm 0,23$  nach 12 Monaten ( $p \leq 0,001$ ) gesteigert werden, ebenso war die Steigerung des KAI in Gruppe 2 signifikant von  $0,47 \pm 0,24$  präinterventionell auf  $0,81 \pm 0,19$  bei Entlassung und  $0,74 \pm 0,24$  nach 12 Monaten ( $p \leq 0,001$ ). Es wurden insgesamt 16 (6%) distale Embolisation beobachtet sowie 3 (1,2%) Perforationen. Es traten keine Amputationen oder Todesfälle während der Nachbeobachtungszeit auf.

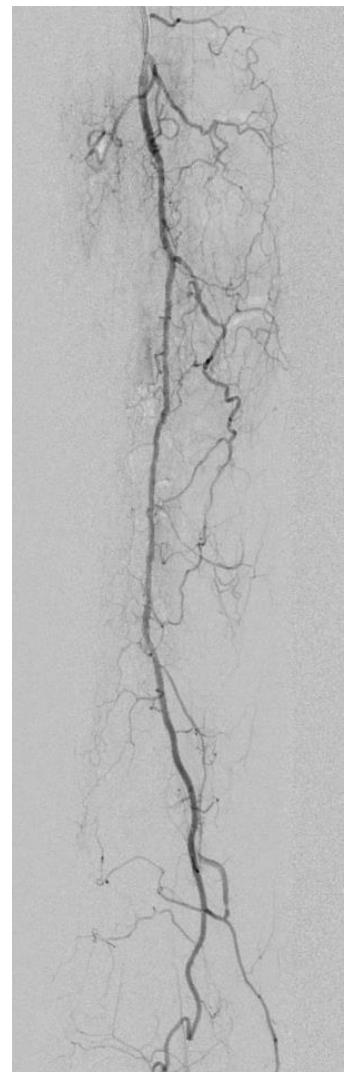
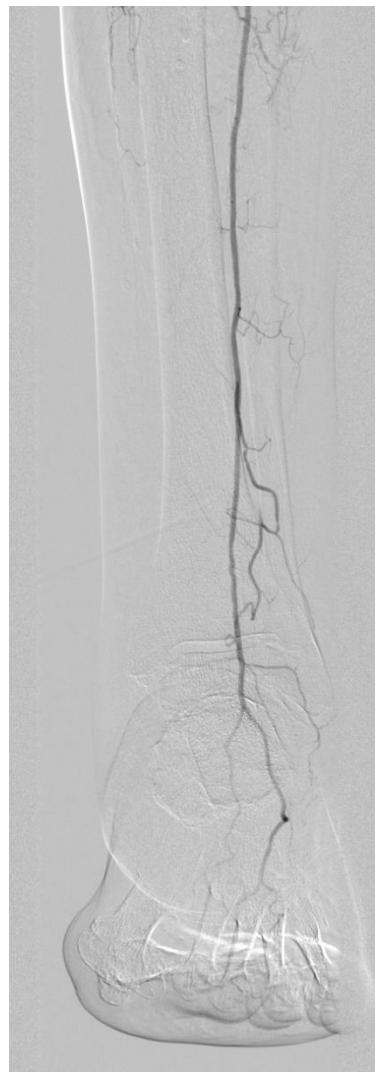
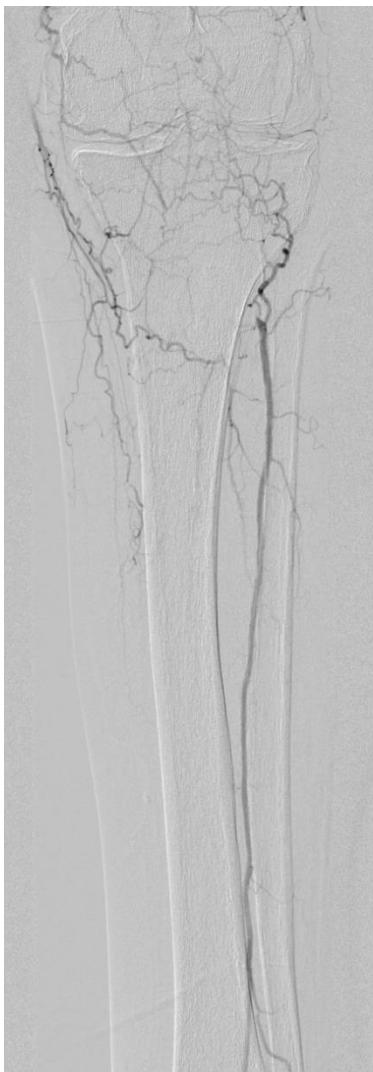
**Schlussfolgerung:** Die perkutane mechanische Thrombektomie, mit dem hier untersuchten System, stellt eine sichere und effektive Alternative zur lokalen Lyse dar. Limitierend ist lediglich die fehlende Einsetzbarkeit im Bereich der Unterschenkelarterien.

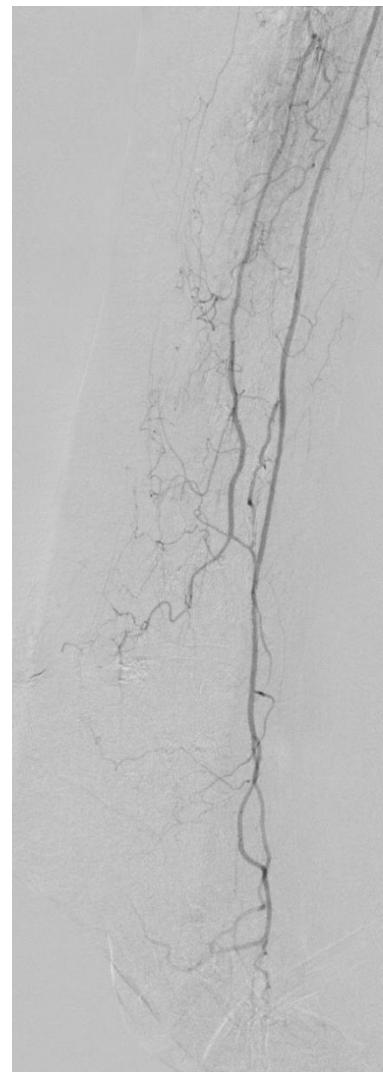
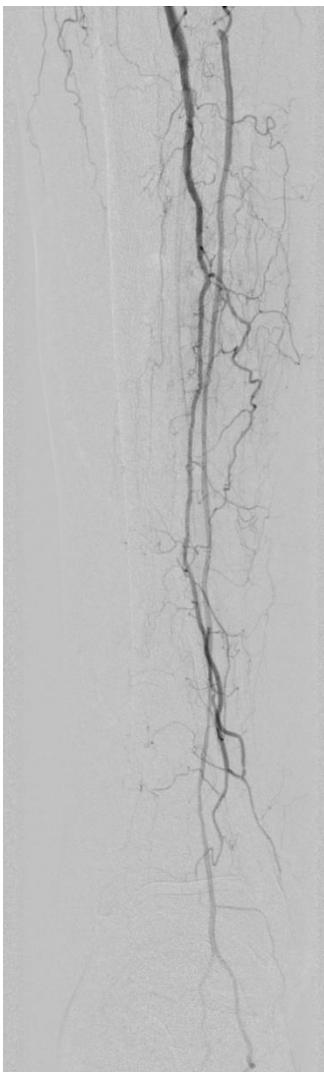
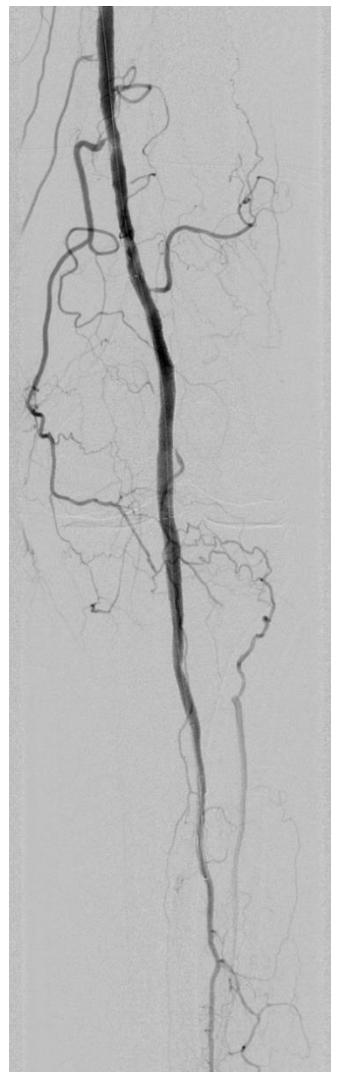
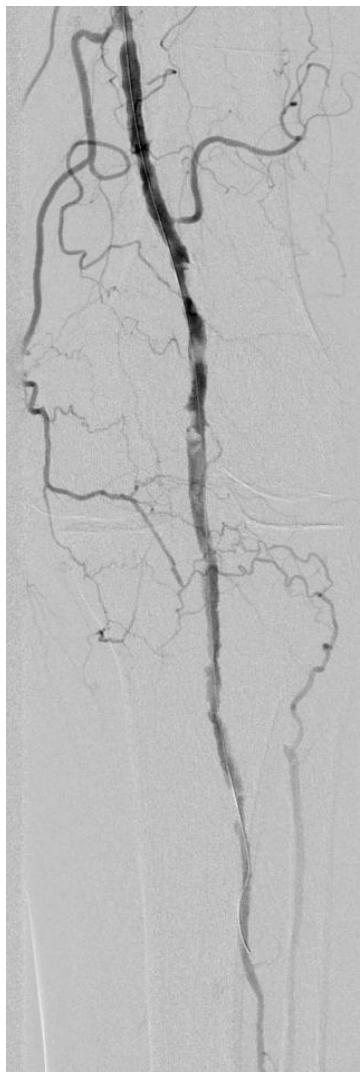
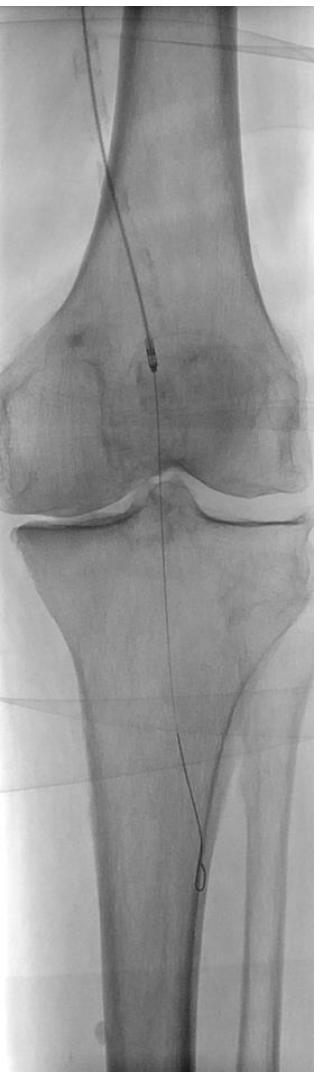
# Thrombolyse und Thrombektomie

## Rotarex-Katheter®:

- Kosten pro Kathetersystem: 1500 €
- Kosten Motoreinheit/Kontrolleinheit: 40000 €
- Hohe Lernkurve, erfahrene Interventionisten
- 6F-, 8-F- und 10F-Systeme
- Nur Behandlung der femoropoplitealen Achse
- Technische Erfolgsraten: bis zu 95%
- Distale Embolisationsrate: bis zu 9%

(Stanek F et al., VASA, 2010)





# Thrombolyse und Thrombektomie

## Angiojet-Katheter<sup>®</sup>:

- Technische Erfolgsraten: 56 – 95%
- Primäre 1- bzw. 3-Jahres-Offenheit: 68% bzw. 58%
- Distale Embolisationsrate: 9,8%
- Amputationsfreie Überlebensrate nach 2 Jahren: 75%
- Beinerhaltungsrate nach 1 Monat: 95%

(Wagner HJ et al., Radiology, 1997)

(Silva JA et al., Cathet Cardiovasc Diagn, 1998)

(Müller-Hülsbeck S et al., Invest Radiol, 2000)

# Thrombolyse und Thrombektomie

## Perkutane mechanische Thrombektomie:

- Bisher keine randomisierte, kontrollierte Multicenterstudie
- Keine Empfehlung für die Behandlung der A. iliaca communis, A. iliaca externa, A. femoralis communis und A. femoralis profunda
- Bei Anwendung hydrodynamischer Kathetersysteme Limitierung der Applikation < 10 min zur Vermeidung einer exzessiven Hämolyse bzw. eines Nierenversagens  
**(Karnabatidis D et al., Cardiovasc Intervent Radiol, 2011)**

# Zusammenfassung

## Akute Extremitätenischämie:

- Therapieoptionen: Katheterthrombolyse, PAT, mechanische Thrombektomie
- Thrombolyse: sicher und effektiv im Stadium I, IIa und IIb
- Thrombolyse: robust bei Bypassokklusionen
- Notwendigkeit von großen RCTs bzgl. der mechanischen Thrombektomie
- PAT bzw. mechanische Thrombektomie bei Lyse-KI
- Zur Verkürzung der Ischämiezeit PAT bzw. mechanische Thrombektomie komplementär zur Thrombolyse (IIb)