

# Radsportler mit Claudicatio nach aortoiliakaler Y-Prothese

Rachel Rosenthal<sup>a</sup>, Hans-Werner Ott<sup>b</sup>, Jens Bremerich<sup>b</sup>, Lorenz Gürke<sup>a</sup>, Georg Bongartz<sup>b</sup>, Peter Stierli<sup>a</sup>

Universitätsspital Basel

<sup>a</sup> Universitäres Zentrum für Gefässchirurgie Aarau-Basel

<sup>b</sup> Institut für Radiologie

## Summary

### Sport cyclist presenting claudication after aortoiliac y-graft

We present the case of a 38-year-old athlete with Erdheim-Gsell medial necrosis who presented claudication one year after implantation of an aortobiliac y-graft for spontaneous infrarenal aortic dissection. The tests performed revealed a discrepancy between the diameter of the aortoiliac graft and the native arteries.

To evaluate the functional result after aortoiliac grafting we used magnetic resonance imaging (MRI) to measure blood flow at rest and the maximum increase during hyperemia after release of a tourniquet. Results were compared with those from three healthy volunteers.

MRI revealed a lower flow reserve at reactive hyperemia in our patient compared to the healthy volunteers. After reoperation for implantation of a thoraco-external-iliac (left side)/-femoral (right side) y-graft the patient became asymptomatic. MRI showed little difference in flow reserve but greater total flow at rest and during hyperemia. Comparison of postoperative flow during reactive hyperemia with the preoperative baseline value showed a flow reserve exceeding that of the healthy volunteers.

We present a simple and reproducible method of measuring arterial flow reserve using MRI to evaluate not only anatomy but also arterial function.

## Fallbeschreibung

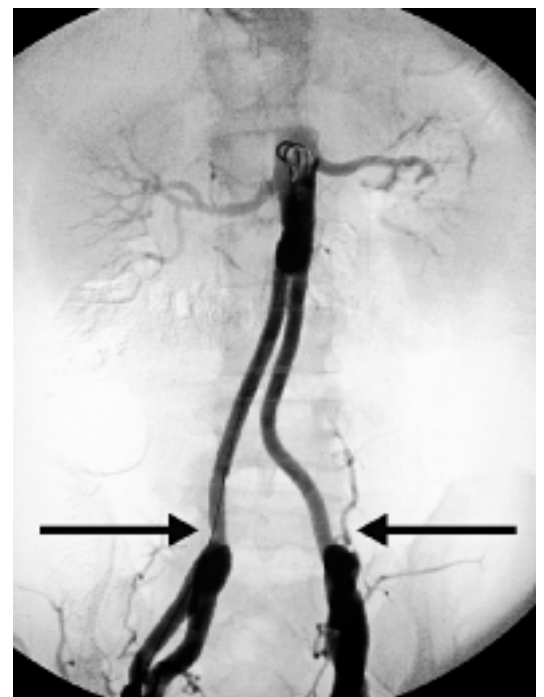
Ein 38jähriger sportlicher Mann wurde wegen einer Claudicatio weiter abgeklärt. Der junge Patient, der regelmässig längere Strecken mit dem Rad fuhr, litt bei grösserer Anstrengung unter Gesäss-, Oberschenkel- und Wadenclaudicatio an beiden Beinen. Die persönliche Anamnese ergab neben einem Status nach Ventrikelmyokardektomie bei obstruktiver Kardiomyopathie vor fünf Jahren eine Medianekrose Erdheim-Gsell. Vor einem Jahr war es zu einer spontanen symptomatischen infrarenalen Aortendissektion (Abb. 1) gekommen, worauf eine aortobiliakale Y-Prothese mit Omentumplastik (16 × 8 mm PTFE-Prothese, standard wall, Gore-Tex® Vascular Graft, W.L. Gore & Associates, Inc., Flagstaff, Arizona) implantiert wurde.

Bei der klinischen Untersuchung zeigten sich palpable Pulse, eine warme Peripherie sowie ein Knöchel-Arm-Index (ABI, ankle-brach index) in Ruhe von 0,98 (rechts) und 0,89 (links). Ein Belastungstest musste wegen ischämischer Schmer-



**Abbildung 1**  
Computertomographie: Dissektion der abdominalen Aorta (Pfeil).

zen in beiden Beinen abgebrochen werden. Im Anschluss an diese Belastung betrug der ABI 0,4 nach 1 Minute, 0,63 nach 6 Minuten und 0,72 nach 24 Minuten (rechts). Mittels Angiographie liess sich eine umschriebene Stenose ausschliessen (Abb. 2). Der Durchmesser des aortalen Prothesenteils entspricht dem Durchmesser



**Abbildung 2**  
Konventionelle DSA-Angiographie: Diskrepanz zwischen Prothese und nativen Iliakalgefässen (Pfeile).

der Aorta. Hingegen waren die iliakalen Prothesenschenkel schmäler als die nativen Gefässe. Ein invasiv gemessener Druckgradient zwischen der Aorta und den Femoralgefässen betrug 20 mm Hg in Ruhe und 40 mm Hg unter medikamentöser Vasodilatation (intraarterielle Gabe von 600 µg Isosorbiddinitrat) ohne Nachweis einer Stenose.

Um mittels Magnetresonanztomographie (MRI) die Flussreserve unter Belastung zu messen, haben wir eine neue standardisierte Messmethode entwickelt. Da Trainingsgeräte wie zum Beispiel ein Fahrrad oder ein Laufband nicht ins MRI gebracht werden können und der Effekt der Hyperämie nur von kurzer Dauer ist, suchten wir nach einem Modell, bei dem sich der Patient bereits in der Position befindet, in welcher der Fluss gemessen wird. Daher bestimmen wir statt der funktionellen Hyperämie unter Belastung die reaktive Hyperämie nach ischämischem Stress. Zuerst wird der Ruhefluss in der Arteria femoralis communis (AFC) gemessen. Dann wird durch Anlegen einer Blutdruckmanschette am Oberschenkel (Tourniquet), die während 10 Minuten mit suprasystolischem Druck (300 mm Hg) belassen wird, ein ischämischer Stress produziert. Nach Ablassen des Drucks wird in der kompensatorischen hyperämischen Phase alle 30 Sekunden der Fluss in der AFC gemessen, bis dieser wieder den Ruhewert erreicht hat.

Die Flussmessungen werden mit einem 1,5 Tesla Magnetom Vision System (Siemens, Deutschland), ausgestattet mit einer Phased-array-Körperspule, durchgeführt. Die Flussgeschwindigkeit wird mit einer segmentierten geschwindigkeitscodierten Phasenkontrastsequenz (VENC, velocity encoded) senkrecht zur Akquisitionsebene in den Femoralarterien bestimmt (TR/TE: 110/5 ms, VENC: 250 cm/s, Matrix: 256 × 256, Schichtdicke: 6 mm) [1].

**Tabelle 1. Prä- und postoperative Flussmessungen mittels Magnetresonanztomographie (Flussvolumina in cm<sup>3</sup>/s; Flussreserven als Erhöhung um Faktor x).**

	Rechts	Links
<b>Präoperatives Flussvolumen</b>		
In Ruhe (baseline)	8,96	8,72
Tourniquet	5,62	5,41
Reaktive Hyperämie	23,64	28,91
<b>Präoperative Flussreserve</b>		
(reaktiv präoperativ/baseline präoperativ)	2,64	3,32
<b>Postoperatives Flussvolumen</b>		
In Ruhe (baseline)	18,06	15,89
Tourniquet	8,51	8,43
Reaktive Hyperämie	47,33	43,09
<b>Postoperative Flussreserve</b>		
(reaktiv postoperativ/baseline postoperativ)	2,62	2,71
<b>Postoperative Gesamtflussreserve</b>		
(reaktiv postoperativ/baseline präoperativ)	5,28	4,94



**Abbildung 3**

MR-Tomographie-Angiographie: aortobiliakale Prothese (langer Pfeil), thorakoiliakale (links), thorakofemorale (rechts) Prothese (kurzer Pfeil).

Diese Messungen führten wir sowohl bei unserem Patienten als auch bei drei jungen gesunden Probanden durch. Während der Ischämiephase war der Blutfluss stark reduziert, 30 Sekunden nach dem Ablassen des Tourniquet war der Fluss in der AFC bei den gesunden Probanden um das 4,7fache ( $4,7 \pm 2,7$ ) erhöht, und nach 3,5 Minuten erreichte er wieder den Ruhewert. Die Zeit bis zum Maximalfluss betrug 30 Sekunden.

Bei unserem Patienten hingegen war die Flussreserve lediglich um das 2,64fache (rechts) bzw. das 3,32fache (links) erhöht; 4 Minuten nach dem Ablassen des Tourniquet erreichte der Fluss wieder den Ruhewert (Tab. 1 ↩).

Unterdessen bestand der Patient, der in seinen Sportaktivitäten massiv eingeschränkt war, auf einer chirurgischen Reintervention. Zwei Jahre nach dem Ersteingriff wurde er erneut operiert. Eine Y-Prothese wurde thorakal end-zu-seit anastomosiert (20 × 10 mm PTFE-Prothese, Stretch, Gore-Tex® Vascular Graft). Die Prothesenschenkel wurden links an der Arteria iliaca externa (End-zu-End) und rechts an der Arteria femoralis communis (End-zu-End) angeschlossen (Abb. 3 📷). Durch den thorakalen Zugang liess sich eine erneute Rekonstruktion im Bereich der abdominalen Aorta, einem voroperierten Gebiet und zudem einem aortalen Abschnitt, wo bereits eine Dissektion aufgetreten war, vermeiden. Der proximale Stumpf der linken Arteria iliaca externa, der durch die erste Prothese versorgt worden war, wurde verschlossen. Auf

der rechten Seite musste die Anastomose an der Arteria femoralis angelegt werden, um ein Abknicken zu vermeiden. Histologisch konnte die Medianekrose Erdheim-Gsell im Bereich der Arteria iliaca externa links, nicht jedoch in der thorakalen Aorta nachgewiesen werden. Der Patient wurde nach einem komplikationslosen postoperativen Verlauf mit einem Thrombozytenaggregationshemmer (Acetylsalicylsäure) nach Hause entlassen.

Drei Monate nach dem Eingriff war der Patient beschwerdefrei und hatte seine sportlichen Aktivitäten uneingeschränkt wieder aufnehmen können. Der ABI war in Ruhe und unter Belastung normal. Die Flussmessungen im MRI wurden wiederholt und zeigten einen geringen Unterschied bezüglich der Flussreserve, allerdings einen erhöhten absoluten Wert in Ruhe und in der reaktiven Hyperämie. Das Verhältnis vom Fluss während der reaktiven Hyperämie (postoperativer Wert) zum Ruhefluss (präoperativer Wert) betrug jedoch 5,28 rechts und 4,94 links (Tab. 1).

Die Vier-Jahres-Kontrolle zeigte einen auch bei Belastung asymptomatischen Patienten mit normalem Pulsstatus, ABI und duplexsonographisch stenosefreien Prothesen mit normalem Flussmuster.

## Diskussion

Im Gegensatz zur funktionellen, durch körperliche Belastung induzierten Hyperämie kann eine reaktive, postischämische Hyperämie relativ einfach mittels MR-Bildgebung gemessen werden. Dedichen et al. zeigten, dass in einer gesunden Extremität nach einer Tourniquet-Anlage von 5 Minuten der maximale Fluss im Schnitt 482% vom Ruhefluss beträgt [2]. Die von uns während der reaktiven Hyperämie durchgeführten Messungen zeigten, dass die Flussreserve bei unserem Patienten präoperativ kleiner war als bei gesunden Probanden.

Prothesenbedingte Komplikationen sind relativ selten. In einer Serie über 36 Jahre bei 307 Patienten fanden sich lediglich bei 7% Spätkomplikationen [3]. Eine Claudicatio nach Y-Prothese ist allerdings eine Rarität.

In unserem Fall kommen für die Claudicatio verschiedene Gründe in Frage. Einer davon ist die Diskrepanz zwischen dem Durchmesser der iliakalen Prothesenschenkel und den Nativgefässen. Diese führt zu einem stark turbulenten Fluss an der Iliakalanastomose, was einen Energieverlust und einen Druckabfall bewirkt. Durch den kleineren Prothesenradius ist der Widerstand grösser, was zusätzlich den Druckabfall entlang der Prothese begünstigt. Da der aortale Prothesendurchmesser im Vergleich zur Aorta des Patienten adäquat erscheint, stellt sich die Frage, ob nicht eine Prothese mit breiteren Iliakalkompo-

nenten hätte verwendet werden sollen, da in diesem Fall ansonsten eine insgesamt grössere Prothese angezeigt gewesen wäre.

Ein zusätzliches Problem stellt die Rigidität der Prothese dar, welche keine adäquate Zunahme des Durchmessers unter Belastung erlaubt. Dies erklärt auch, weshalb die postoperative Flussreserve unverändert ist und lediglich der absolute Ruhe- und Belastungswert ansteigen. Durch die Operation war es in unserem Fall allerdings möglich, die Flussreserve beim postoperativen Fluss unter reaktiver Hyperämie im Vergleich zum präoperativen Ruhefluss um das 5,28fache (rechts) bzw. das 4,94fache (links) zu erhöhen. Dies erklärt, weshalb der Patient postoperativ auch unter grosser Anstrengung beschwerdefrei ist. Die Tatsache, dass auch der postoperative Ruhefluss stark erhöht ist, lässt die Frage offen, wieso der grössere Ruhefluss nicht eine Erhöhung des totalen peripheren Widerstandes in Ruhe auslöst. Dies könnte bedeuten, dass in Ruhe nicht nur die peripheren Gefässe, sondern auch der Inflow selber eine wichtige Rolle bei der Regulierung des Blutflusses spielen. Weitere Untersuchungen zur Evaluation der Variabilität dieser Messmethode müssten vorgenommen werden.

In unserem spezifischen Fall spielten noch zwei weitere Faktoren eine Rolle. Einerseits war dies die Grunderkrankung des Patienten, die Medianekrose. Die klassische Medianekrose Erdheim-Gsell geht, im Gegensatz zur mukoiden Mediadegeneration, mit einer ausgeprägten Elastikazerstörung einher. Ferner finden sich bei ihr zu gleichen Anteilen echte und dissezierende Aneurysmen [4]. Die Grunderkrankung könnte im Sinne eines Fortschreitens der Gefässpathologie zur Weite der Iliakalgefässe beigetragen haben. Andererseits liegt auch die Vermutung nahe, dass sich die wenigsten Patienten in einem solchen Ausmass sportlich belasten, wie dies bei uns der Fall war und deshalb das Stadium der Claudicatio nicht erreichen.

Differentialdiagnostisch muss bei nicht voroperierten Sportlern mit Schmerzen in der unteren Extremität an eine neurogene Ursache, eine Problematik im Bereich des Bewegungsapparates oder an ein Entrapment der Arteria poplitea gedacht werden [5]. Bei einer Claudicatio kann zudem eine Endofibrose der Arteria iliaca externa [6] oder ein eingeschränkter Blutfluss durch ein funktionelles Abknicken vorliegen [7]. Dabei scheint der aerodynamischen Position beim Fahrradfahren mit starker Hüftflexion eine besondere Bedeutung zuzukommen [6, 7].

Wir haben ein Modell entwickelt, das uns ermöglicht, mittels MRI die Flussreserve bei reaktiver Hyperämie zu bestimmen. Die anatomische Beziehung zum Hüftgelenk erlaubt eine reproduzierbare Messlokalisation. Zudem befindet sich die Messebene an dieser Stelle annähernd in einem rechten Winkel zum Gefäss. Wir sind der

Ansicht, dass dieses Verfahren nach der Evaluation der Variabilität der Messmethode attraktiv sein kann, um Informationen über die funktionellen Aspekte von Arterien zu gewinnen. Dabei muss natürlich das Risiko der Anlage eines Tourniquet bei Patienten mit potentiell veränderten Arterien in Betracht gezogen werden. Zudem ist die Methode bei einem Status nach tiefer Venenthrombose kontraindiziert.

## Schlussfolgerung

Mit unserem Modell zur Messung der Flussreserve im MRI haben wir eine einfache, reproduzierbare Methode entwickelt, um nicht nur die Anatomie, sondern auch die Funktion eines Gefässes zu untersuchen. Wir denken, dass zusätzliche Tests zur Evaluierung dieses Verfahrens durchgeführt werden sollten.

## Literatur

- 1 Caprihan A, Davis JG, Altobelli SA, Fukushima E. A new method for flow velocity measurement: frequency encoded NMR. *Magn Reson Med* 1986;3:352–62.
- 2 Dedichen H, Myhre HO. Reactive hyperaemia of the human lower limb. Comparison between the effect of tourniquet occlusion, selective arterial occlusion and intra-arterial papaverine injection. *Acta Chir Scand* 1975;141:517–21.
- 3 Hallett JW Jr., Marshall DM, Petterson TM, Gray DT, Bower TC, Cherry KJ Jr., et al. Graft-related complications after abdominal aortic aneurysm repair: reassurance from a 36-year population-based experience. *J Vasc Surg* 1997;25:277–86.
- 4 Leu HJ. Erdheim-Gsell medial necrosis and mucoid degeneration of the media as a cause of aorto-arterial aneurysm. Pathologico-anatomical analysis of 150 excised vessels. *Schweiz Med Wochenschr* 1988;118:687–91.
- 5 Edwards PH Jr., Wright ML, Hartman JF. A practical approach for the differential diagnosis of chronic leg pain in the athlete. *Am J Sports Med* 2005;33:1241–9.
- 6 Chevalier JM, Enon B, Walder J, Barral X, Pillet J, Megret A, et al. Endofibrosis of the external iliac artery in bicycle racers: an unrecognized pathological state. *Ann Vasc Surg* 1986;1:297–303.
- 7 Schep G, Bender MHM, van de Tempel G, Wijn PFF, de Vries WR, Eikelboom BC. Detection and treatment of claudication due to functional iliac obstruction in top endurance athletes: a prospective study. *Lancet* 2002;359:466–73.

## Korrespondenz:

Prof. Dr. med. Peter Stierli  
Universitäres Zentrum  
für Gefässchirurgie Aarau-Basel  
Kantonsspital  
Tellstrasse  
CH-5001 Aarau  
[peter.stierli@ksa.ch](mailto:peter.stierli@ksa.ch)