

# Revival in der Koronarchirurgie: A. radialis als Bypass-Material in der Myokard-Revaskularisation

Prof. Dr. Dr. med. Miralem Pasic, Dr. med. Fabian Gisler, Dr. med. Samuel Hurni, Dr. med. Ophelie Loup,  
Dr. med. Bettina Langhammer, Dr. med. Eva Roost, Dr. med. David Reineke, PD Dr. med. Florian Schönhoff,  
Prof. Dr. med. Alexander Kadner, Prof. Dr. med. Lars Englberger, Prof. Dr. med. Thierry Carrel

Universitätsklinik für Herz- und Gefässchirurgie, Inselspital, Insel Gruppe AG, Bern, und Universität Bern, Bern



Ist die Arteria radialis besser als die Vena saphena magna als Bypass-Material für die aorto-koronare Bypass-Operation geeignet? Die Antwort im Jahr 2018 lautet: Ja.

## Hintergrund

Am 31. Mai 2018 erschien in der Zeitschrift *The New England Journal of Medicine* eine Arbeit, die den Vergleich zwischen der Arteria (A.) radialis und der Vena (V.) saphena magna als Bypass-Material für die koronare Revaskularisation untersuchte. Gaudino und Kollegen führten eine kombinierte Analyse von sechs randomisierten Studien mit insgesamt 1036 Patienten nach aorto-koronarer Bypass-Operation durch [1]. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug fünf Jahre. Die Studie zeigte, dass das Risiko eines Bypass-Verschlusses signifikant niedriger bei Verwendung der A. radialis als bei der Verwendung der V. saphena magna war. Die A. radialis als Bypass-Conduit im Vergleich zur V. saphena magna führte zur einer signifikant niedrigeren Rate von schweren unerwünschten kardialen Ereignissen (engl.: «major adverse cardiac events» [MACEs]) im Sinne von Tod, Myokardinfarkt und der Notwendigkeit einer erneuten myokardialen Revaskularisation («death from any cause, myocardial infarction, or repeat revascularization»). Als Schlussfolgerung dieser Studie empfehlen die Autoren die Verwendung der A. radialis als zweites Bypass-Gefäss (neben der linken A. thoracica interna) bei geeigneter Koronaranatomie insbesondere bei jungen Patient(inn)en, Frauen und bei Patient(inn)en ohne Niereninsuffizienz. Diese Studie wurde intensiv diskutiert und löste auch starke Kritik aus [2]. Eine ähnliche Beobachtung wurde fast gleichzeitig im *Circulation* am 17. April 2018 veröffentlicht [3]. In dieser retrospektiven Studie mit einer sehr grossen Anzahl Patienten (fast 60 000) analysierten Mediziner der

«Stanford University» die Resultate nach aorto-koronarer Bypass-Operation in 126 Spitälern aus Kalifornien, die zwischen 2006 und 2011 durchgeführt wurden. Es wurde untersucht, ob Unterschiede im klinischen Verlauf bestehen, wenn die linke A. thoracica interna entweder mit zusätzlichen Venen-Bypässen oder mit arteriellen Bypässen kombiniert wurde. Als zusätzlicher arterieller Bypass wurden entweder die rechte A. thoracica interna oder die A. radialis verwendet. Die Analyse zeigte wie erwartet, dass die Verwendung zusätzlicher Arterien als Bypass-Material längerfristig mit einem niedrigeren Risiko von postoperativem Myokardinfarkt oder der Notwendigkeit einer erneuten Revaskularisation verbunden ist. Ebenfalls wurde bei Patient(inn)en mit mehr als einem arteriellen Bypass-Conduit eine signifikant niedrigere mittelfristige Mortalität festgestellt. Der Vorteil in der Überlebensrate tritt bereits vier Jahre nach der Operation auf. Bezüglich dem Alter der Patienten ist der Vorteil bis zum Alter von 78 Jahren bemerkbar. Interessanterweise wurde kein Unterschied im Überleben festgestellt, egal, ob die rechte A. thoracica interna oder die A. radialis verwendet wurde. Einzig die Infektionsrate der Sternotomie war nach Entnahme der A. radialis niedriger, als wenn beide Arteriae (Aa.) thoracicae internae verwendet wurden.

Nachfolgend einige Vorteile der A. radialis:

- gleichzeitige Entnahme während der Präparation der linken A. thoracica interna und damit Verkürzung der Operationsdauer;
- genügende Länge, um als Bypass für jedes Territorium eingesetzt zu werden;



Miralem Pasic

- leichte Handhabung bei ausreichender Wanddicke und adäquatem Durchmesser des Lumens;
- niedrige Komplikationsrate nach deren Entnahme.

### Kurze Geschichte der A. radialis als Bypassconduit

Die A. radialis wurde bereits in den früheren 1970er Jahren als aorto-koronarer Bypassconduit durch Alain Carpentier, den weltbekannten französischen Herzchirurgen, der die Rekonstruktionstechniken der Mitralklappe geprägt hat, eingeführt [4]. Diese Arterie wurde aber in den 1980er Jahren wegen Frühverschlüssen nicht mehr für aorto-koronare Revaskularisation verwendet. Eine Dekade später wurde sie jedoch erneut als Bypass-Material «entdeckt». Es wurde unter anderem berichtet, dass eine vermeintlich initial früh verschlossene A. radialis Jahre später wieder als guter Bypass funktionierte [5]. Der Grund dafür war folgender: Die A. radialis wurde ursprünglich mit einer Koronararterie angeschlossen, die nicht hochgradig stenosiert war. Jahre später, durch das Vorschreiten des atherosklerotischen Prozesses, wurde die Einengung der nativen Koronararterie hochgradiger. Dadurch verbesserte sich der Fluss der funktionslosen und vermeintlich verschlossenen A. radialis. Durch diese Beschreibung und andere positive Resultate wurde die A. radialis erneut als geeignetes Gefäß für die Myokardrevaskularisation betrachtet. Aus solchen Beobachtungen entstand die Strategie, dass nur signifikant stenosierte Koronararterien überhaupt einen Bypass erhalten sollten.

### Spezifisches über die A. radialis

Im Gegensatz zur A. thoracica interna ist die A. radialis eine muskuläre Arterie mit dicker Tunica media und vielen glatten Muskelzellen; sie hat wenig elastische Fasern sowie eine Gefäßwand, deren Blutversorgung von den Vasa vasorum abhängig ist. Dadurch ist die A. radialis empfindlicher als die A. thoracica interna auf Gabe von vasokonstriktiven Medikamenten (wie z.B. Noradrenalin) oder auf Blutdruckabfall, Hypotonie oder Hypovolämie.

Folge davon kann ein Spasmus der Arterie sein, mit Hypoperfusion des revaskularisierten Koronargebietes. Das zunehmende Wissen über die erwähnten Faktoren führte einerseits zur verbesserten Indikationsstellung für die A. radialis (nur auf eine *hochgradig* [ $>75$ – $90\%$ ] stenosierte Koronararterie) und andererseits zu Änderungen der Entnahmetechnik und der postoperativen Spasmusprophylaxe. Dies resultierte in sehr guten operativen Ergebnissen und führte dazu, dass die A. radialis als zweites und wichtiges arterielles

Gefäß für die aorto-koronare Bypass-Operation in vielen Zentren – wie bei uns in Bern – in vielen klinischen Situationen adoptiert wurde. Im Gegensatz zur A. thoracica interna ist die A. radialis anfälliger für die Atherosklerose. Besonders bei Patient(inn)en im höheren Alter ist dies häufiger zu beobachten. Klinische Untersuchung (Allen-Test) und/oder Doppler-Untersuchung sind für die Überprüfung des Gefäßes und die Beurteilung der Perfusion am Vorderarm hilfreich.

### Funktionelle Betrachtung der A. radialis

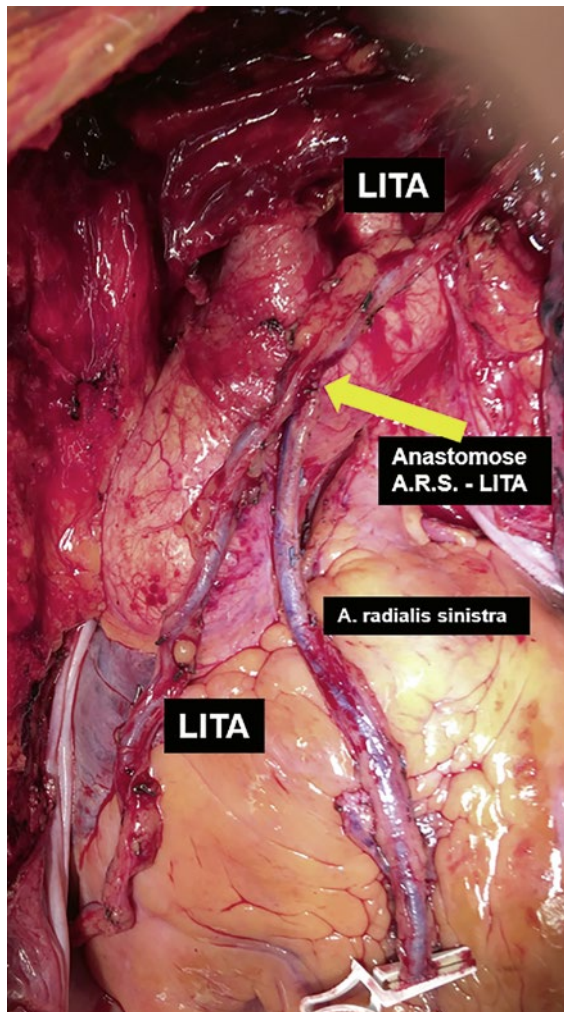
In den letzten Jahren gab es zunehmend Hinweise, dass die Verwendung vor mehr als einer Arterie (üblicherweise der linken A. thoracica interna) als Bypass-Material für aorto-koronare Revaskularisation langfristige Vorteile in Bezug auf die Lebenserwartung hat. Da die Entnahme der beiden Aa. thoracicae internae in gewissen Situationen mit einer erhöhten Sternum-Infektionsrate verbunden sein kann, ist die Verwendung der A. radialis als zweiter Bypass – anstelle der rechten A. thoracica interna – insbesondere bei Patient(inn)en mit Diabetes mellitus, chronisch-obstruktiver Lungenerkrankung [COPD] und Übergewicht empfehlenswert.

In den Richtlinien der europäischen Gesellschaften für Kardiologie und Herzchirurgie wird eine totale arterielle Revaskularisation bei Patienten ohne verwendbare V. saphena magna als Bypass-Material (mit schlechter Venenqualität) (Empfehlungsklasse I = Evidenz und/oder allgemeine Übereinstimmung, dass eine Behandlung nützlich, sinnvoll und wirksam ist) oder für Patient(inn)en mit hoher Lebenserwartung (Empfehlung Klasse IIa = Überwiegen der Nützlichkeit, Wirksamkeit aufgrund der Evidenz und/oder Expertenmeinung) empfohlen [6]. Die Verwendung der A. radialis wird nur für die Zielgefäße mit hochgradiger Stenose empfohlen. Die nordamerikanischen Richtlinien empfehlen die Verwendung der A. radialis für Patient(inn)en mit hoher Lebenserwartung (Empfehlung Klasse IIa) [7].

### Chirurgische Strategie

Die A. radialis wird in der Regel am nicht dominanten Vorderarm entnommen. Die Freilegung erfolgt durch einen chirurgischen Hautschnitt. Die Entnahme kann auch mittels endoskopischer Technik durch einen kleinen Hautschnitt mit einer subkutanen, subfaszialen Tunnelierung mit dem Endoskopiegerät durchgeführt werden.

Mit der A. radialis lassen sich End-zu-Seit- oder Seit-zu-Seit-Anastomosen konstruieren. Proximal wird die Arterie entweder in die Aorta ascendens eingepflanzt oder als sogenannte T-Graft seitlich in die linke A. tho-

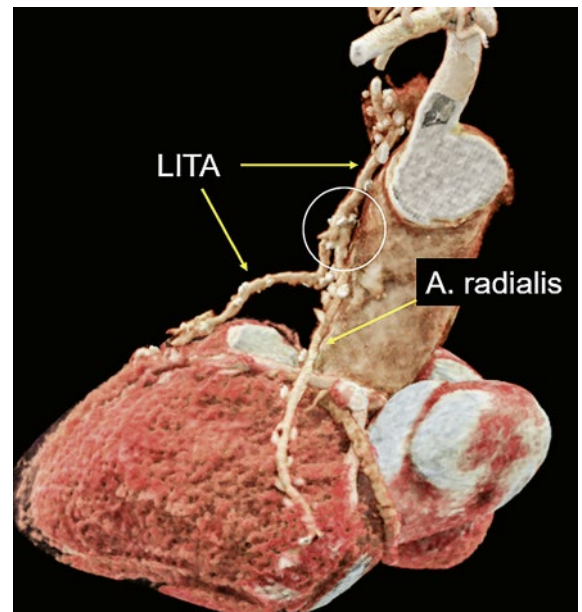


**Abbildung 1:** Intraoperativer Situs mit Implantation der Arteria (A.) radialis sinistra (A.R.S.) als T-Graft in die linke A. thoracica interna (LITA). Die distalen Anastomosen zur den Koronararterien sind noch nicht durchgeführt.

racica interna (Abb. 1 und 2). Die Anastomosierung der A. radialis als T-Graft in die linken A. thoracica interna ist insbesondere bei ausgeprägter Atherosklerose/Verkalkung der Aorta ascendens sinnvoll. In diesem Fall wird die Aorta weder komplett (für die Durchführung der distalen Anastomosen) noch partiell (für die Implantation der Bypass-Gefässe) abgeklemmt.

### Strategie am Inselspital

Am Inselspital betrachten wir die A. radialis seit bald 20 Jahren als ein sehr gutes Bypass-Material für die aorto-koronare Bypass-Operation bei gut ausgewählten Patienten. Gegenwärtig wird diese Arterie als potentieller Graft bei jeder Patientin und jedem Patienten als zweiter arterieller Conduit evaluiert. Bei Patienten mit einer vernünftigen Lebenserwartung oder Patienten mit zusätzlichen Risikofaktoren, bei denen die Ent-



**Abbildung 2:** Postoperative computertomographische Rekonstruktion eines T-Grafts mit Implantation der Arteria (A.) radialis in die linke A. thoracica interna (LITA). Der weisse Kreis zeigt die Anastomose zwischen den beiden Gefässen. Die A. radialis versorgt den Ramus circumflexus. Die linke A. thoracica interna ist an dem Ramus interventricularis anterior angeschlossen.

nahme der rechten A. thoracica interna nicht indiziert erscheint (Diabetes mellitus, Adipositas, COPD) wird die A. radialis routinemässig zusätzlich zur A. thoracica interna evaluiert. Eine möglichst komplett arterielle Revaskularisation mit Verwendung beider A. thoracicae internae und der A. radialis wird bei jungen Patienten (<65 Jahren) angestrebt.

### Disclosure statement

Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

### Literatur

- Gaudino M, Benedetto U, Fremes S et al. Radial-artery or saphenous-vein grafts in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med.* 2018;378:2069–77.
- Smith CR. Radial artery advocacy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2018; Jul 19. pii: S0022-5223(18)31823-3. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.06.071. [Epub ahead of print]
- Goldstone AB, Chiu P, Baiocchi M, Wang H, Lingala B, Boyd JH et al. Second arterial versus venous conduits for multivessel coronary artery bypass surgery in California. *Circulation.* 2018;137:1698–707.
- Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, Dubost C. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg.* 1973;16:111–21.
- Acar C, Jebara VA, Portoghesi M. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 1992;54:652–9.
- Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J.* 2014;35:2541–619.
- Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, et al. The Society of Thoracic Surgeons clinical practice guidelines on arterial conduits for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2016;101:801–9.

Korrespondenz:  
Prof. Dr. Dr. med.  
Miralem Pasic  
Chefarzt  
Universitätsklinik für Herz-  
und Gefässchirurgie  
Inselspital  
Insel Gruppe AG  
CH-3010 Bern