

Diplomarbeit

**Eine retrospektive Analyse des
distal-radialen Zugangs bei
Herzkathetereingriffen**

eingereicht von

Robert Karitnig

zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinische Universität Graz

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für innere Medizin
Klinische Abteilung für Kardiologie**

unter der Anleitung von

Dr. med. univ. Stefan Harb

**Univ. Prof. Dr. med. univ. Robert Zweiker †
Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med Dirk von Lewinski**

Graz, am 1.06.2023

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

01.06.2023

Datum

Robert Karitnig eh.

Unterschrift

Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während meines Studiums und vor allem während dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben. Mein größter Dank gilt vor allem meinem Betreuer OA Dr. Stefan Harb, der mir allzeit mit Rat und Tat zur Seite stand und für alle organisatorischen sowie inhaltlichen Fragestellungen eine Lösung parat hatte.

Für die Übernahme der Betreuerrolle sowie die sofortige Unterstützung in Bezug auf diese Arbeit nach dem Ableben von Prof. Zweiker möchte ich mich bei Prof. Dr. Dirk von Lewinski höflichst bedanken. Einen Großteil meiner Ausbildung, vor allem im Fach der Anatomie, wurde ich von Prof. Dr. Michael Pretterklieber sowie Priv. Doz. Dr. Bettina Pretterklieber begleitet. Ihnen beiden bin ich nicht nur aufgrund der Wissensvermittlung sowie des kollegialen Umganges zu Dank verpflichtet. Ebenfalls möchte ich mich ausdrücklich bei Priv. Doz. Dr. Bettina Pretterklieber für das Zurverfügungstellen von Bildmaterial für die folgende Arbeit bedanken.

Für die Unterstützung während meiner gesamten Ausbildung möchte ich dezidiert meinen Eltern sowie Großeltern danken, waren es doch sie, die mir alles ermöglicht haben. Meiner Freundin Julia gebührt ebenfalls ein großer Dank für die Unterstützung während meines Studiums sowie für ihre Hilfe in Bezug auf diese Arbeit.

In tiefer Anteilnahme und mit größter Hochachtung und Dankbarkeit möchte ich mich hiermit auch für die Unterstützung sowie die Betreuung des viel zu früh verstorbenen Prof. Dr. Zweiker Robert † bedanken.

Kurzfassung

Die koronare Herzkrankheit stellt eine der häufigsten Todesursachen weltweit dar. Aufgrund eines gestörten Blutflusses kommt es zu einer Minderversorgung des Myokards, was klinisch von einer Angina Pectoris Symptomatik bis hin zu einer ischämischen Kardiomyopathie reichen kann. Eine Revaskularisation stellt in diesem Fall die symptomatische und gelegentlich auch prognostisch relevante Therapie dar und kann entweder über eine Bypass-Operation chirurgisch, oder interventionell über eine perkutane Koronarangiographie erfolgen.

Seit Beginn dieses Jahrhunderts hat sich die perkutane interventionelle Therapie von Herzkrankheiten rasend weiterentwickelt. Die interventionellen Möglichkeiten reichen von der altbekannten Koronarangiographie zur Darstellung der Herzkranzgefäße bis hin zum Ersatz von Herzklappen. Der Fortschritt beschränkte sich in den letzten Jahren aber nicht nur auf die möglichen Interventionen, sondern auch die Zugänge in das arterielle Gefäßsystem haben sich über die Jahre verändert. Musste zu Beginn der Koronarangiographien gar ein Gefäß freigelegt werden, um vor allem aufgrund der großlumigen Katheter einen ausreichend großen Zugang zu haben, so nahm mit geringer werdenden Durchmesser der Materialien auch der benötigte Gefäßdurchmesser ab, um in das Gefäßsystem zu kommen. Somit gelangte man von der Arteria femoralis immer mehr in Richtung der Arteria radialis. Der Grund für den Wechsel vom transfemoralem Zugang (TFA) hin zum transradialen Zugang (TRA) wurde mit der geringeren Ra-

te an Komplikationen, wie zum Beispiel postinterventionellen Blutungen oder auch der früheren Mobilisation der Patientinnen und Patienten nach dem TRA Zugang, begründet. Der sogenannte transradiale Zugang hat sich längst als routinemäßiger Zugangsweg etabliert und ist seit 2013 auch von der European Society of Cardiology (ESC) empfohlener Zugang für eine Koronarangiographie. Eine Weiterentwicklung des TRA stellt nun der distal-radiale Zugang (DRA) dar.

In dieser Arbeit wurden sowohl die Vorteile als auch die Nachteile dieses Zugangs erläutert und anhand einer retrospektiven Datenanalyse von rund 650 Personen die Komplikationsrate dieser Methode erhoben. Die studierte Kohorte beinhaltet unselektierte Patienten, die zur Herzkatheteruntersuchung beziehungsweise Koronarintervention zugewiesen wurden, inklusive akutem Koronarsyndrom und sogar Fällen an denen im kardiogenen Schock eine Koronarintervention durchgeführt wurde. Diese zeigten eine durchschnittliche postinterventionelle klinische Aufenthaltsdauer von vier Tagen.

Abstract

Coronary heart disease is one of the major issues which leads to death worldwide. Because of the lack of blood flow to the myocardial tissue coronary heart disease can cause symptoms like angina pectoris or even an ischemic heart attack. To treat these patients they will need to undergo a revascularisation. This can be achieved by either coronary artery bypass grafting (CABG) or via percutaneous coronary intervention (PCI).

In the last couple of years interventional treatment of heart disease has rapidly evolved. It started with coronary angiography (CAG), and it is now possible to replace for example aortic valves. One of the main causes for the rise of PCI is definitely the technical improvement of all devices you need for such an intervention. But not only the devices have changed throughout the years. Even the access site rapidly changed. With smaller diameter of the catheter it has become possible to use vessels with smaller diameters. So the common access via the femoral artery has become obsolete for some interventions and the access site has switched to the radial artery. However the transfemoral access (TFA) is still used for interventions which require a larger bore access as the above mentioned aortic valve replacement. It has been shown that transradial access (TRA) has a lower complication rate than TFA. The European Society of Cardiology (ESC) has recommended TRA as preferred access for PCI in 2013. Distal-radial access (DRA) can be seen as a further refinement developing from TRA.

This work is looking at the advantages and disadvantages of DRA. We

have retrospectively looked through 650 cases of patients who underwent PCI via DRA to get an overview of the complications. It could be shown that there is a small percentage of complications after PCI via DRA. The cohort we studied were allcomers including myocardial infarction and also including cardiogenic shock with a mean postinterventional stay of four days.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Herzkatheteruntersuchung	1
1.2	Anatomische Grundlagen	2
1.3	Arterielle Zugangswege	7
1.3.1	Arteria femoralis	8
1.3.2	Arteria brachialis	8
1.3.3	Arteria ulnaris	9
1.3.4	Arteria radialis	9
1.4	Historische Entwicklung des distal-radialen Zugangs	14
1.5	Durchführung	17
1.5.1	Materialien	20
1.5.2	Prämedikation	22
1.5.3	Postinterventionelle Hämostase des distal-radialen Zuganges	24
1.6	Mögliche Komplikationen des transradialen Zuganges und des distal-radialen-Zuganges	26
1.6.1	Vor- und Nachteile des distal-radialen-Zuganges	27
1.7	Erfolgsrate des distal-radialen-Zuganges	29
2	Material und Methoden	32
2.1	PatientInnenkollektiv	32
2.1.1	Biometrie des PatientInnenkollektivs	33

Inhaltsverzeichnis

2.2	CRF	34
3	Ergebnisse	38
3.1	Komplikationsrate	38
3.1.1	ad Hämatom	39
3.1.2	ad Andere Komplikationen	40
3.1.3	ad Tod	41
3.1.4	ad Radialarteriendisektion	41
3.2	Klinische Aufenthaltsdauer	41
3.3	Summary	43
4	Diskussion	44
	Literatur	46

Abbildungsverzeichnis

1.1	Topografie der Foveola radialis. Foto mit höflicher Genehmigung von Priv. Doz. B. Pretterklieber, 2020	7
1.2	Ultraschall im proximalen Bereich der Arteria radialis. roter Kreis . . . Arteria radialis weißer Stern . . . Radius	11
1.3	Ultraschall im Bereich der Tabatiere anatomique. roter Kreis . . . Arteria radialis weißer Stern . . . Os scaphoideum	12
1.4	Ultraschall im distalen Bereich der Arteria radialis. roter Kreis . . . Arteria radialis weiße Sterne . . . Ossa metatarsalis	13
1.5	Vorbereitung	19
a	Tasten des Pulses	19
b	Infiltration mit Lokalanästhetikum	19
1.6	Arterielle Punktion	20
a	Lagekontrolle	20
b	vorschieben des Führungsdrahtes	20
1.7	intraarterielle Schleuse	20
1.8	Hämostaseverband mit liegender Schleuse	26

Tabellenverzeichnis

2.1	PatientInnenkollektiv	33
2.2	Biometrie	33
2.3	Biometrie nach Geschlecht	34
3.1	Komplikationen	39
3.2	klinischer Aufenthalt	42
3.3	Indikationen für den Kathetereingriff	43

1 Einleitung

1.1 Die Herzkatheteruntersuchung

Bei einer Herzkatheteruntersuchung handelt es sich um einen minimalinvasiven Eingriff, der zur Diagnose aber auch zur Intervention im Herzkreislauf-System dient. Hierbei wird entweder über einen venösen oder über einen arteriellen Zugang mit einem Katheter eingegangen und dieser unter Röntgenkontrolle meist bis zum Herzen vorgeschoben. Über den venösen Zugang ist vor allem die rechte Herzseite zu erreichen, wohingegen über den arteriellen Weg meist die linke Herzseite zugänglich wird. Ausnahmen wie zum Beispiel transseptale Zugänge, wo vom venösen System über das Herzseptum die linke Herzseite erreicht werden kann oder auch umgekehrt cavo-aortale-Zugänge, bei denen man vom venösen System zur linken Herzseite gelangt, existieren. Für die folgende Arbeit wird mit einer Herzkatheteruntersuchung allgemein der arterielle Zugang zur linken Herzhälfte und auch zu den Koronargefäßen gemeint.

Je nach Indikation und Fragestellung stehen verschiedenste Methoden zur Diagnosestellung und Behandlung mittels Herzkatheter zur Verfügung. Man unterscheidet eine diagnostische Herzkatheteruntersuchung von einer interventionellen sogenannten perkutanen transluminalen Koronarintervention (PCI). Bei der diagnostischen Herzkatheteruntersuchung geht es primär um die Feststellung morphologischer sowie funktioneller Pathologien. Dies geschieht durch die Injektion von Kontrastmittel über den Katheter und

gleichzeitiger Bildgebung mittels Röntgenstrahlung. Somit können zum Beispiel Engstellen im koronaren Gefäßsystem optisch dargestellt und identifiziert werden. Mit einer zusätzlichen Druckmessung vor und nach der Engstelle kann der Druckgradient über die Stenose und somit auch das Ausmaß dieser objektiv beurteilt werden. Der dadurch gemessene Wert wird als fraktionale Flussreserve (FFR) bezeichnet. Natürlich können über den Katheter auch valvuläre Pathologien dargestellt und beurteilt werden. Bei Feststellung einer interventionsbedürftigen Pathologie kann eine Behandlung im selben Eingriff erfolgen. Die Therapiemöglichkeiten über den linken Herzkatheter sind mannigfaltig. Nimmt man zum Beispiel eine Verengung im koronaren Gefäßsystem, so reichen die Behandlungsmöglichkeiten von einer Aufdehnung der Engstelle mittels Ballons über das Einsetzen eines Stents bis hin zur Eröffnung des Lumens über eine Rotablation. Generell ist zu erwähnen, dass die perkutane Koronarintervention (PCI) ähnlich wie die Bypassoperation als causale Therapieoption bei KHK zur Verfügung steht. In beiden Fällen geht es um die Revaskularisation eines ischämischen Myokardareals. Die Indikationsstellung für eine minimalinvasive Koronarangioplastie nehmen mit den fortschreitenden technischen Entwicklungen zu. Dies beschränkt sich natürlich nicht nur auf die Koronarangioplastie, sondern betrifft das gesamte Gebiet der PCI. Im Folgenden soll nun ein kurzer Überblick über die Durchführung einer Koronarangiographie gegeben werden. [19]

1.2 Anatomische Grundlagen

Die Arteria radialis welche, beim radialen aber auch beim distal radialen Zugang punktiert wird, nimmt ihren Ursprung als Ast der Arteria brachialis im Bereich der Cubita. Die Arteria brachialis zieht von proximal, im Bindegewebe des Gefäßnervenstranges eingebettet, nach distal in die Fossa

cubitalis. Begleitet vom Nervus medianus und einen Teil der Strecke auch vom Nervus ulnaris, liegt der Gefäßnervenstrang im Sulcus bicipitalis medialis, der sich circa auf Höhe der Epikondylen des Humerus mit dem Sulcus bicipitalis lateralis Y-förmig vereinigt und die Fossa cubitalis bildet. Die Begrenzungen dieser anatomischen Struktur werden lateral durch das Caput commune der Extensorengruppe und medial durch das Caput commune der Flexorengruppe gebildet. Von proximal kommend, zieht die Ansatzsehne des Musculus biceps brachii sowie des Musculus brachialis zwischen den Muskelwülsten der Unterarmmuskulatur nach distal und gibt der Fossa cubitalis schlussendlich seine Y-Form. Im Verlauf der Arteria brachialis legt sich der Nervus medianus medial der Arterie an. Diese Topographie behält der Nerv auch noch im Verlauf beider Strukturen unterhalb des Lacertus fibrosus bei, bis er sich distal davon eher geradlinig Richtung Handgelenk orientiert, wohingegen die Arteria brachialis eine laterale Verlaufsrichtung einschlägt. Die Arteria brachialis teilt sich in die Arteria radialis und in die Arteria ulnaris welche weiters die Arteria interossea communis abgibt. Wichtig ist für diese Arbeit zu erwähnen, dass die Aufzweigungen der Arteria brachialis, sprich die Arteria radialis, die Arteria ulnaris sowie die Arteria interossea communis, wie im folgenden Text beschrieben, allesamt mit den Hohlhandbögen kommunizieren und somit die arterielle Versorgung über alle Drei Arterien gegeben ist. Die Arteria radialis geht oberhalb der Articulatio cubiti ab und überkreuzt die Ansatzsehne des musculus biceps brachii auf ihren Weg nach lateral in den Sulcus antebrachii radialis. Dieser Bindegewebsraum wird nach Lanz auch als radiale Unterarmstraße bezeichnet. Begrenzt wird sie radial durch den Musculus brachioradialis und ulnar durch den Musculus flexor carpi radialis. Der Boden dieser Rinne wird proximal vom Musculus pronator teres gebildet und im weiteren Verlauf vom Caput radiale des Musculus flexor digitorum superficialis sowie vom Musculus flexor pollicis longus und ganz distal vom Musculus pronator

quadratus. Als Inhaltsgebilde verläuft wie oben erwähnt die Arteria radialis mit ihren Venae comitantes. Entlang des ulnaren Randes des Musculus brachioradialis ist der Ramus superficialis des Nervus radialis zu finden. Er verwendet diesen Muskel als Leitstruktur ehe er ihn im distalen Drittel des Unterarms unterkreuzt und auf die Dorsalseite der Hand wechselt. Diese versorgt er gemeinsam mit dem Ramus dorsalis nervi ulnaris sensibel. Hier ist zu erwähnen, dass der Wechsel des Nervs auf die Dorsalseite stark variiert und teilweise auch weit distal erfolgen kann. Dadurch ergeben sich auch mögliche Komplikationen, welche durch invasive Tätigkeiten an der Arteria radialis auftreten können. Gegen die Haut hin ist der Sulcus antebrachii radialis oder die sogenannte radiale Unterarmstraße nur von der Fascia antebrachii bedeckt.

Je weiter distal man die Arterie verfolgt, desto oberflächlicher liegt sie, hieraus ergibt sich auch die Möglichkeit, manuell den Puls im Bereich des Handgelenks zu messen. Bis zum Handgelenk ist die Anatomie der Arterien fast in allen Individuen kongruent. Ab dem Abgang des Ramus palmaris superficialis der Arteria radialis für die Bildung des Arcus palmaris superficialis kommen dann doch multiple Variationen zum Vorschein. Im Folgenden soll nun kurz die häufigste Astfolge der Arteria radialis besprochen werden, ehe auf die diversen anderen Möglichkeiten eingegangen wird. Am distalen Ende des Unterarms wird der Ramus palmaris Superficialis der Arteria radialis abgegeben, welcher über das Ligamentum carpi transversum hinweg zieht und sich auf mittlerer Höhe der Metacarpalknochen mit der Arteria ulnaris zum Arcus palmaris superficialis vereint. Der Hauptzufluss des oberen Hohlhandbogens erfolgt aber von der Arteria ulnaris. Die Arteria radialis zieht nach Abgabe dieses Astes unter den Sehnen der Muskeln des ersten Sehnenfaches hindurch, welche namentlich aus Musculus abductor pollicis longus sowie Musculus extensor pollicis brevis bestehen (Bild 1.4 A & B). Danach befindet sie sich einerseits auf der dorsalen Seite der Hand

sowie andererseits in der Foveola radialis, die auch als Tabatiere anatomique oder im englischen „Snuff-Box“ bezeichnet wird. In seinem kurzen Verlauf auf der dorsalen Seite der Hand gibt die Arteria radialis noch den Ramus carpeus dorsalis arteriae radialis ab, der mit dem Ramus carpeus dorsalis arteriae ulnaris im Rete carpi dorsale anastomosiert. Dieses arterielle Netz gibt ähnlich dem Arcus palmaris profundus die sogenannten Arteriae metacarpales dorsales ab, die im distalen Verlauf in je zwei Arteriae digitales dorsales zerfallen, um immer zwei benachbarte Fingerseiten arteriell mitzuversorgen. Das dorsale Netz ist zwar deutlich schwächer ausgebildet und im Normfall nicht maßgeblich an der arteriellen Versorgung der Hand beteiligt, dennoch können die Anastomosen mit dem palmaren Gefäßsystem an Wert gewinnen, wenn es zu einem Ausfall oder einer Mangelversorgung der palmaren Gefäße kommt.

Die Arteria radialis zieht nun weiter unter dem Musculus extensor pollicis longus (Bild 1.4 C), der aus dem dritten Sehnenfach nach radial hin einstrahlt und zugleich die ulnare Begrenzung der Foveola radialis bildet und gelangt durch das Spatium interosseum I wieder nach palmar in die Hohlhand. Dort stellt sie den Hauptzufluss für den Arcus palmaris profundus, welcher mit dem Ramus palmaris profundus der Arteria ulnaris auf Höhe der Basen der Metacarpalknochen und somit proximaler als der Arcus palmaris superficialis anastomosiert. In seinem Verlauf durch das Spatium interosseum I gibt die Arteria radialis in der Regel zwei Äste ab, ehe sie die ulnare Anastomose eingeht. Die Arteria principes pollicis, welche die arterielle Blutversorgung des Daumens stellt und die Arteria radialis indicis, die für die radiale Seite des Zeigefingers zuständig ist. Der Arcus palmaris profundus gibt dann drei Arteriae metacarpales palmares ab, welche kurz darauf jeweils einen Ramus perforans entlassen, der auf die dorsale Seite der Hand wechselt. Die Arteriae metacarpales palmares bilden im weiteren Verlauf Anastomosen mit den Arteriae digitales palmares communes des

Arcus palmaris superficialis.

Die Blutversorgung der Hand wird nun also von den zwei großen Anastomosen zwischen der Arteria radialis und ulnaris gestellt. Doch variieren diese Verbindungen stark in ihrer Ausbildung. In den meisten Fällen wird die ulnare Seite der Hand vom Arcus palmaris superficialis und die radiale Seite vom Arcus palmaris profundus versorgt. Doch je nach Ausbildung der Anastomosen sowie auch der Lumina der Gefäße können unterschiedliche Versorgungstypen auftreten. Allein die Ausbildung des Arcus palmaris superficialis kann in drei Variationen vorkommen. Einerseits kann der Ramus palmaris superficialis der Arteria radialis gar keine Verbindung mit der Arteria ulnaris eingehen, sondern nur die Thenarmuskulatur versorgen, wohingegen die Arteria ulnaris dann weiter nach radial reichen muss. Dies wird als sogenannter ulnarer Typus bezeichnet. Der radioulnare Typus bezeichnet den oben geschilderten Fall, indem der Arcus palmaris superficialis regelrecht ausgebildet ist. In manchen Fällen, beim medioulnaren Typus, kommt es auch zur Anastomose der Arteria ulnaris mit der Arteria mediana, welche in der Cubita nach Abgang der Arteria interossea communis die direkte Fortsetzung der Arteria brachialis darstellt und den Nervus medianus bis in die Hohlhand begleitet. Diese drei Varianten sind zwar in der Topografie leicht unterschiedlich, haben aber dennoch alle gemeinsam, dass die Arteria ulnaris den größten Anteil der Blutversorgung des Arcus palmaris superficialis stellt. [14]



Abbildung 1.1: Topografie der Foveola radialis.

Foto mit höflicher Genehmigung von Priv. Doz. B. Pretterkieber, 2020

Die Abbildung 1.4 zeigt den Verlauf der Arteria Radialis im distalen Bereich des Unterarmes. Mit 1 ist die Arteria Radialis beschriftet, welche im Verlauf unterhalb der Sehne des Musculus abductor pollicis longus (A) sowie des Musculus extensor pollicis brevis (B) in die Foveola radialis eintritt. Weiter distal tritt die Arteria Radialis unterhalb des Musculus extensor pollicis longus (C) wieder aus der Foveola radialis aus.

1.3 Arterielle Zugangswege

Um in das arterielle Gefäßsystem zu gelangen, werden meist folgende Zugänge gewählt: Der transfemorale Zugang in der Leistenbeuge, die Punktion der Arteria brachialis sowie die Arteria radialis. Allen drei Zugängen ist die oberflächliche Lage der Arterien in der Punktionsregion gemeinsam. Der

riskante Zugang über die Arteria brachialis wird nur mehr selten gewählt.

1.3.1 Arteria femoralis

Beim transfemoralem Zugang wird die Arteria femoralis kurz nach dem Durchtritt durch die Lacuna Vasorum unterhalb des Ligamentum Inguinale punktiert. Hier wird das Gefäß medial von der Vena femoralis begleitet. Die Punktionsstelle projiziert sich auf das Caput femorale, welches bei der Hämostase als Widerlager zur Kompression der Arteria femoralis dient. Die Punktion des Gefäßes an dieser Stelle bringt einige Risiken mit sich. Eine zu proximale Punktion kann zu einer Retroperitonealblutung führen, welche sehr schwer zu stillen ist. Bei falscher Punktion der Arterienwand kann das Vorführen des Katheters problematisch werden. Ebenfalls ist eine arteriovenöse Fistelbildung mit der begleitenden Vena femoralis möglich. Einer der Vorteile des transfemoralem Zuganges ist der vergleichbar große Durchmesser dieses Gefäßes (ca. 1 cm) und somit ein breites Spektrum an Interventionsmöglichkeiten. Der Zugang über die Arteria femoralis wird als klassischer Zugang für einen Linksherzkatheter verwendet, aber auch bei arteriellen Interventionen im Aortenbereich, da dieser von der Arteria femoralis kommend leicht erreicht werden kann. [19]

1.3.2 Arteria brachialis

Die Arteria Brachialis verläuft von der Axilla bis zur Cubita. Die Punktion dieses Gefäßes erfolgt am distalen Oberarm, findet jedoch selten Anwendung. Aufgrund seiner topografischen Beziehung zu den nervösen Strukturen der Hand ist die Punktion der Arteria Brachialis unter hoher Vorsicht und unter Berücksichtigung dieser vorzunehmen. Durch eine Schädigung der Nerven kann es zu den dazugehörigen Ausfällen kommen. So verursacht zum Beispiel der motorische Totalausfall des Nervus radialis eine

sogenannte „Fallhand“. Große Gefahr birgt ein thrombembolisches Ereignis, da dadurch die Versorgung des distal liegenden Gewebes gefährdet ist. Auch die Hämostase ist nach der Punktion bei dieser Arterie erschwert, da die gesamte arterielle Versorgung des Armes von diesem Gefäß abhängt und bei zu starker Kompression eine Minderversorgung die Folge sein kann. [19]

1.3.3 Arteria ulnaris

Einen weiteren Zugangsweg in das arterielle Gefäßsystem stellt die Punktion der Arteria ulnaris dar. Im Gegensatz zur Arteria radialis ist diese zwar meist schlechter zu tasten, doch kann dies mittels Verwendung eines Ultraschallgerätes zur gezielten Punktion ausgeglichen werden. Die Arteria Ulnaris weist zwar im Vergleich zur Arteria Radialis meistens einen größeren Durchmesser auf, hat dafür jedoch auch einige Nachteile. Zum Beispiel ist die unmittelbare Nähe zum Nervus ulnaris, mit dem die Arteria ulnaris durch die Guyon-Loge tritt, ein Risikofaktor bei der Punktion. Für die Blutstillung fehlt im Gegensatz zur Arteria Radialis ein direktes knöchernes Widerlager und auch die tiefere Lage macht die Verwendung dieses Zuganges nicht einfacher. In einer Studie (The AURA of ARTEMIS Study)[4] wurde gezeigt, dass der transulnare Zugang dem transradialen unterlegen ist. Bei fehlgeschlagener transradialer Punktion stellt die Verwendung der ipsilateralen Arteria Ulnaris eine gute Alternative dar. [2]

1.3.4 Arteria radialis

Die Punktion der Arteria radialis hat sich wie die Punktion der Arteria femoralis als Routinezugang für eine Linksherzkatheterisierung etabliert. Die klassische Punktion der Arteria Radialis befindet sich volar, radialseitig am distalen Ende des Unterarms. Das Gefäß wird hier proximal der

Abzweigung des Ramus palmaris superficialis arteriae radialis aufgesucht und punktiert. Eine Erweiterung dieses Zuganges stellt die distal-radiale Punktion der Arteria radialis dar. Hierbei wird das Gefäß in seinem weiteren distalen Verlauf, nach Abgang des Ramus palmaris superficialis, entweder in der Tabatiere anatomique oder auch am Handrücken aufgesucht.[19]

Der distal radiale Zugang ist demnach nicht weit entfernt des klassisch radialen Zuganges, die anatomischen Unterschiede in Verlauf, Lage zur Oberfläche und auch zu umliegenden Strukturen sind jedoch groß. Die Unterschiede, die sich sowohl für den Patienten als auch für den Interventionisten ergeben, werden in 1.6.1 näher beschrieben.

proximale Arteria radialis

Die arteria Radialis im proximalen Bereich verläuft in der Längsrichtung nach distal und ist in weiches Bindegewebe eingebettet. Somit ist sie beim Punktieren nicht starr an Ort und Stelle sondern leicht verschieblich was die Punktion etwas erschweren kann. Ebenfalls ist durch das umgebende Bindegewebe kein direktes knöchernes Widerlager vorhanden, was die post-interventionelle Blutstillung erschwert.

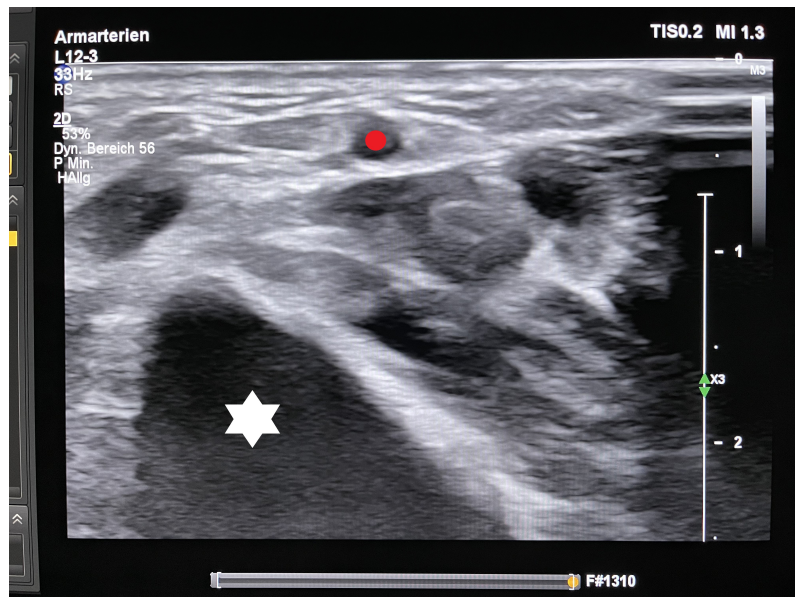


Abbildung 1.2: Ultraschall im proximalen Bereich der Arteria radialis.

roter Kreis . . . Arteria radialis

weißer Stern . . . Radius

Arteria radialis im Bereich der Tabatiere anatomique

Der Verlauf der Arteria radialis im Bereich der Tabatiere anatomique ist stark abhängig von der Position der Hand. So kann sie entgegen der Erwartungen eines proximal zu distalen Verlaufes teils stark von palmar nach dorsal verlaufen. Dieses Wissen ist für die erfolgreiche Punktion der Arterie in diesem Bereich essentiell. Ebenfalls ist sie hier von zwei Sehnen begleitet, welche bei kleinen Abweichungen der Punktion rasch verletzt werden können. Als knöchernes Wiederlage für die postinterventionelle Hämostase findet man in diesem Bereich das Os skaphoideum der proximalen Handwurzelreihe.

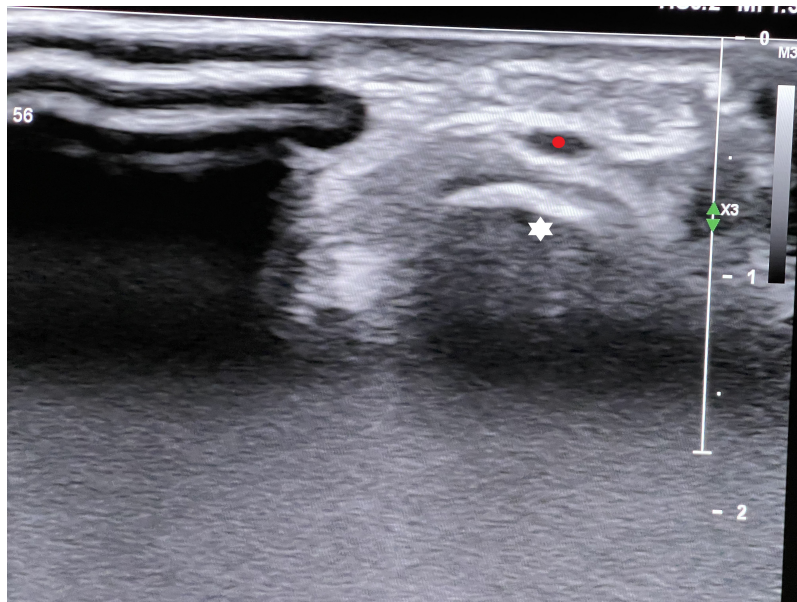


Abbildung 1.3: Ultraschall im Bereich der Tabatiere anatomique.

roter Kreis . . . Arteria radialis

weißer Stern . . . Os scaphoideum

Arteria radialis distal der Tabatiere anatomique

Distal der Tabatiere anatomique nimmt die Arteria radialis wieder einen proximal-distalen Verlauf an, bevor sie im ersten Musculus interosseus dorsalis nach palmar zieht. Demnach kann auch dieser Muskel bei der Punktion wie auch bei der Kompression verletzt werden. Dies kann besonders hier, da auch kein direktes knöchernes Wiederlager vorhanden ist, zu Hämatomen führen.

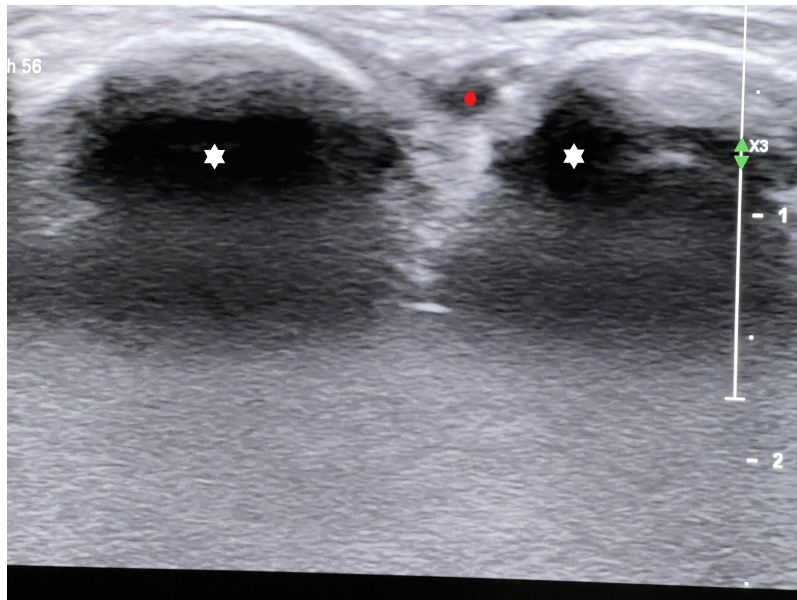


Abbildung 1.4: Ultraschall im distalen Bereich der Arteria radialis.

roter Kreis . . . Arteria radialis

weiße Sterne . . . Ossa metatarsalis

1.4 Historische Entwicklung des distal-radialen Zugangs

Den Grundstein für die Angiografie legte Wilhelm Conrad Röntgen mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen 1895. Die Möglichkeit mittels Röntgenstrahlen den Körper zu durchleuchten und abzubilden stellt bis heute die physikalische Grundvoraussetzung eines jeden Angiograms und somit auch jedes transluminalen Eingriffes dar. Bereits 1896 fertigten Haschek und Lindenthal das erste Mal ein Angiogramm einer menschlichen Hand an. Diese Aufnahme wurde an einer Leiche durchgeführt. Durch die Entdeckung von Kontrastmittel 1923 erlangte das Angiogramm erstmals klinische Bedeutung. Das Kontrastmittel wurde zu Beginn intravenös verabreicht. Die intraarterielle Verabreichung ermöglichte zu Beginn vor allem die Darstellung der arteriellen Gefäße der Extremitäten. Die Verabreichung des Kontrastmittels im proximalen Stromgebiet ermöglichte es somit, den distalen Verlauf der Gefäße nach der Injektion darzustellen.

Für die Darstellung der zentralen arteriellen Gefäße wurde bis 1947 ein Kontrastmittel intravenös injiziert und nach einer bestimmten Zeit ein Röntgenbild gemacht. Aufgrund der unterschiedlichen Physiologien und des engen Zeitfensters zur Erstellung dieses Angiograms war die Qualität dieser Bilder sehr variabel. 1947 veröffentlichte Radnar S. den ersten Artikel über eine intraarterielle Injektion von Kontrastmittel in die Aorta ascendens zur Darstellung der thorakalen Aorta. Hierbei ging er über die Arteria radialis mittels einer Arteriotomie mit einem Katheter ein, schob diesen bis zur Aortenwurzel vor und applizierte direkt in der Aorta ascendens das Kontrastmittel. [23]

Den ersten interventionellen Eingriff führte Andreas Grüntzig 1977 in Zürich durch. Er war maßgebend an der Entwicklung der Ballonkatheter beteiligt und führte die ersten Dilatationen im peripheren arteriellen Gefäßsystem

durch. 1977 erschien ein Artikel über seine ersten fünf Patienten, bei denen er eine perkutane transluminale Koronarangioplastie durchgeführt hat. Als Zugang zum arteriellen Gefäßsystem wählte Grüntzig die Arteria Femoralis. [10]

Im Jahr 1989 veröffentlichte Campeau L. einen Artikel über den transradialen Zugang bei Koronarangiographien an 100 Patientinnen und Patienten. Aufgrund der gravierenden Folgen einer möglichen Okklusion der Arterie bei transbrachialem Zugang, aber auch beim transfemoralem Zugang, kam er zu dem Schluss, dass eine Okklusion der Arteria Radialis, bei vorhergegangenen unauffälligen Allen-Test, asymptomatisch bleibt und nicht interventionsbedürftig ist. Die zusätzliche Versorgung der Hand über die Arteria ulnaris sowie die vielen kleinen weiteren Anastomosen verhindert bei Verlegung der Arteria radialis funktionelle Ausfälle. [20]

Nur vier Jahre später 1993 wurde der erste Bericht einer Stentimplantation in den Koronargefäßen über den transradialen Zugang von Kiemeneij et al. veröffentlicht. Aufgrund der hohen Blutungskomplikationen bei transfemoralem Punktionen und der Verfügbarkeit von kleineren Kathetern sah Kiemeneij et al. die Möglichkeit, durch den transradialen Zugang die Komplikationen des transfemoralem Zuganges zu umgehen. Der Zugang wurde über einen 6 French Führungskatheter ermöglicht, über den der Ballonkatheter vorgeschoben wurde. Es wurde eine 90% Erfolgsrate in einer 50 Personen umfassenden Population erzielt sowie keine funktionellen Ausfälle bei einer Okklusion beobachtet. [17]

Der transradiale Zugang fand in den kommenden Jahren aufgrund seiner geringeren Nebenwirkungen und Komplikationen sowie auch aufgrund der technischen Weiterentwicklung der Katheter immer mehr Anklang und Anwendungsmöglichkeiten. Ebenfalls stellte sich heraus, dass es aufgrund der geringeren Häufigkeit von Blutungen im Vergleich zum transfemoralem Zugang auch zu einer geringeren Mortalität bei STEMI-Patienten kommt.

Die Okklusion der Arterie war vor allem für wiederholte Eingriffe eine Limitation und war schlussendlich auch der Grund für den ersten interventionellen Zugang über die distal-radiale Arterie. 2011 veröffentlichte Babunashvili et al. einen Artikel über die Rekanalisation einer Okklusion der Arteria Radialis. Seine zwei Patienten litten unter einem thrombotischen Verschluss der Radialis aufgrund einer vorhergegangenen Katheteruntersuchung. Bei einem ersten männlichen Patienten war es aufgrund einer ausgeprägten arteriellen Verschlusskrankheit nicht möglich, einen anderen arteriellen Zugang zu wählen und er entschloss sich, die Stenose zu öffnen. Hierbei ging er retrograd - distal der Stenose - mit einem Ballonkatheter im poststenotischen Bereich der Arteria radialis distalis ein und eröffnete diese. Es zeigte sich, dass nach erneuter Intervention sowie mehrmaliger Kontrolle ein antegrader Blutfluss durch den zuvor stenosierten Bereich wiederhergestellt werden konnte.[11]

2016 etablierte Roghani-Dekhordi et al. den Term „more distal accesses“ beim vierten internationalen Cardiovascular Joint Congress, ehe er 2018 einen Artikel über den distal radialen Zugang in der *Tabatiere Anatomique* und auch im *Hohlhandbogen* veröffentlichte. In dieser multizentrischen Studie kamen sie zu dem Schluss, dass die zwei untersuchten Zugangswege nicht nur dieselben Interventionsmöglichkeiten boten wie der transradiale Zugang, sondern auch einige Vorteile mit sich brachten. Einerseits konnten die Patienten früher aus dem Krankenhaus entlassen werden und es kam, verglichen mit dem herkömmlichen transradialen Zugang, zu geringeren Blutungen und Okklusionen. Andererseits war die Punktionszeit aufgrund der oberflächlichen Lage der Arterien geringer und die Blutstillung einfacher und schneller. [13]

In den vergangenen Jahren hat sich vor allem der distal-radiale Zugang (DRA) international immer weiter verbreitet. Ebenso hat ein 2018 von Sgueglia et al. veröffentlichter Artikel gezeigt, dass bei einer Okklusion der distal-

radialen Arterie eine Durchblutung in der Hand persistiert.[8]

1.5 Durchführung

Vor der Durchführung einer Koronarangiographie ist eine genaue Planung sowie Auswahl der Punktionsstelle notwendig. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Punktion der Arteria radialis. Aber auch hier gibt es leichte Unterschiede zwischen (a) proximaler Arteria radialis und b & c Arteria radialis im Bereich der Tabatiere anatomique und distaler Arteria radialis.

a) Punktion der Arteria radialis im proximalen Bereich des Handgelenkes

Vor Beginn der Punktion wird durch manuelles Tasten des Pulses oder durch sonographische Kontrolle die Punktionsstelle ermittelt.

Vor der Punktion ist das Infiltrieren des zu punktierenden Areals mit Lokalanästhetikum notwendig, um dem Patienten die Schmerzen der Punktion sowie des Wechselns der Katheter über den Zugang zu nehmen. Für die Punktion der Arteria radialis sind meist 2 ml Lidocain (1%) ausreichend.

Nach Stichinzision der Haut wird die Punktionskanüle in das Gefäß eingeführt. Mittlerweile wird die Einzelwandpunktionstechnik der ursprünglichen Doppelwandpunktion nach Seldinger vorgezogen. Bei der Einzelwandpunktion wird die Punktionskanüle durch die Vorderwand der Arterie eingeführt, bis pulsierendes Blut am Ende der Kanüle zu sehen ist. Dies kann als Bestätigung der intraarteriellen Lage der Kanüle betrachtet werden und es folgt das Verschieben des Führungsdrahtes. Dies sollte ohne Widerstand möglich sein.

Sollten sich Probleme beim Verschieben des Drahtes ergeben, ist von einer extraluminalen Lage auszugehen. Meist reicht das langsame Zurückziehen

der Punktionskanüle um einen Millimeter, um eine intraluminale Lage zu erreichen und das Vorschieben des Führungsdrahtes möglich zu machen. Liegt der Führungsdraht intraluminal, so kann die Katheterschleuse über diesen vorgeschoben werden. Die Katheterschleuse bleibt während des gesamten Eingriffes liegen und dient als Eingang für die verschiedensten Katheter.

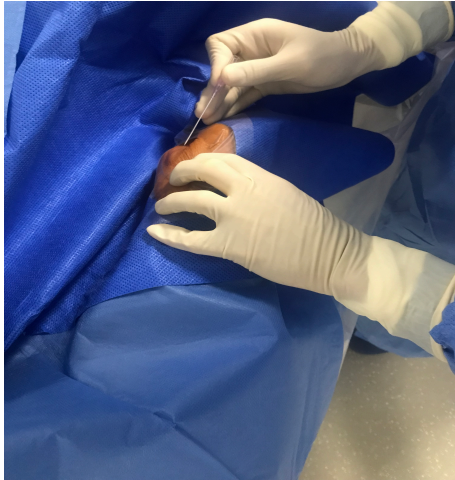
Im Fall des erhobenen Patientenkollektivs kam in den meisten Fällen das Cordis Railway System zum Einsatz. Der Unterschied zur oben beschriebenen Punktionsstechnik liegt darin, dass bei dem verwendeten System von Railway keine Katheterschleuse benötigt wird und somit der Durchmesser des Katheters dem Durchmesser der Arteriotomie entspricht. Die Größe der Arteriotomie ist bei dem System von Railway laut Hersteller um bis zu 2 French kleiner als bei herkömmlichen Kathetersystemen die mit Katheterschleuse eingeführt werden.

Nach Beendigung des Eingriffes wird die Katheterschleuse gezogen. Dies geschieht in manchen Häusern nach vorhergegangener Nitroglyzerinjektion zur Vermeidung eines Gefäßspasmus. Die Schleuse kann aber auch ohne Applikation von Nitroglyerin gezogen werden. Die Punktionsstelle wird nach gezogener Schleuse noch komprimiert, um die Blutung zu stillen und somit Nachblutungen zu vermeiden.

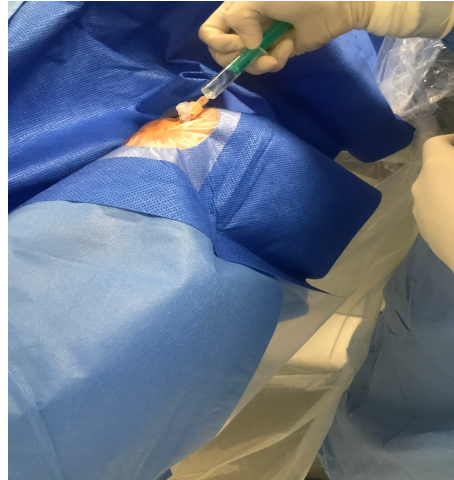
b & c) Punktion der Arteria radialis in der Tabatiere anatomique sowie distal davon Der Ablauf der Punktion ändert sich in diesem Bereich der Arteria radialis vor allem in den unterschiedlichen Verlaufsrichtungen sowie der benachbarten anatomischen Strukturen auf die besonders zu achten ist. In diesem Bereich bietet sich eine Ultraschall gezielte Punktion besonders an. Auch unterscheidet sich die Positionierung des Handgelenkes für die Punktion in der Tabatiere anatomique sowie im Bereich der distalen Arteria radialis. Ist für die klassisch transradiale Punktion eine Suppination im

1 Einleitung

Handgelenk erforderlich, so benötigt es bei den zwei anderen eine Pronation sowie eine leichte Ulnarflexion. Dies dient vor allem im Bereich der Tabatiere anatomique dazu, die Arterie näher zur Oberfläche zu führen, und somit die Punktion zu erleichtern und die umliegenden Strukturen zu schonen.

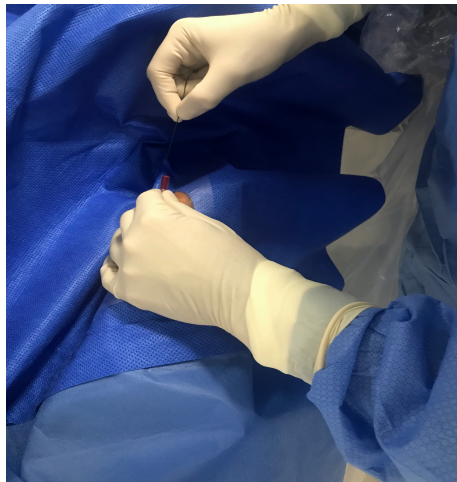


a) Tasten des Pulses

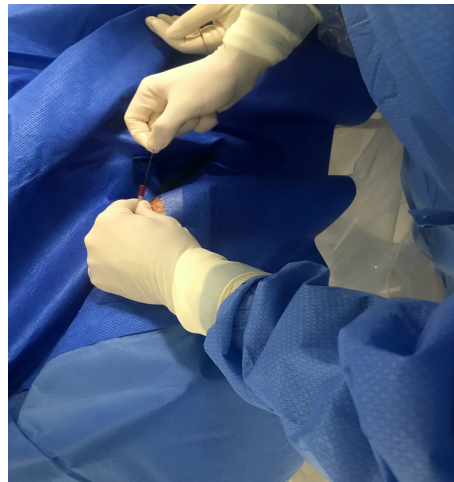


b) Infiltration mit Lokalanästhetikum

Abbildung 1.5: Vorbereitung



a) Lagekontrolle



b) vorschieben des Führungsdrahtes

Abbildung 1.6: Arterielle Punktion



Abbildung 1.7: intraarterielle Schleuse

1.5.1 Materialien

Für die Durchführung von Herzkathetereingriffen ist eine Reihe von Material notwendig. Grundlage für die Durchführung eines solchen Eingriffes stellt natürlich die Räumlichkeit dar. Aber auch die verschiedensten Materialien für die Punktion, als auch die unterschiedlichsten Katheterformen für den Eingriff an sich, sind für den Erfolg eines Herzkathetereingriffes wichtig. Ebenfalls spielt die personelle Komponente eine maßgebende Rolle.

Katheterlabor

Die Räumlichkeiten eines Katheterlabores folgen strengen Richtlinien, auf die im Zuge dieser Arbeit aber nicht eingegangen werden kann. Für die Durchführung einer Koronarangiographie sind in erster Linie ein Patiententisch, ein Röntgengenerator zur Strahlenerzeugung, ein Bildverstärker zur Bildaufnahme sowie ein Stativ mit Bildverstärkersystem notwendig.

Der Patiententisch muss von allen Seiten leicht zugänglich sein, um im Notfall eine Reanimation komplikationslos zu ermöglichen. Weiters sollte dieser frei im Raum und leicht zu bewegen sein. Die Röntgentechnik unterliegt vor allem in den letzten Jahrzehnten einem ständigen Wechsel und es ist auch aufgrund der technischen Errungenschaften möglich, mit geringer Strahlung eine ausgezeichnete Bildqualität zu erhalten. Die Monitore sind ebenfalls standardmäßig digitalisiert und ermöglichen es dem Operateur die radiologischen Aufnahmen zu beurteilen, aber auch mit vorherigen Aufnahmen und Diagnosen abzugleichen und anhand dieser die Therapie anzupassen und flexibel Entscheidungen über das weitere Vorgehen zu treffen. Ebenfalls ist ein Registrierraum von Nöten, in dem eine Fachkraft den Eingriff dokumentiert und für Hilfestellung und Auskunft zur Verfügung steht.

Personal

Jedes Herzkatheterlabor bedarf mindestens eines erfahrenen Kardiologen, der sich mit dem durchzuführenden Eingriff und den Behandlungen der möglichen Komplikationen, auch aus intensivmedizinischer Sicht, auskennt. Während des Eingriffes stehen meistens zwei Ärzte, selten auch drei, am Tisch und nehmen den Eingriff vor. Zusätzlich werden zwei Personen des Pflegepersonals benötigt, wobei eine davon im Registrierraum die oben genannten Tätigkeiten ausführt. Die zweite Pflegefachkraft befindet sich

im Katheterlabor selbst. Diese ist für die Bereitstellung von Materialien zuständig, da dies den sterilen Ärzten am Tisch nicht möglich ist. Auch die Interaktion und Beruhigung des Patienten, der im Normalfall während des Eingriffes bei Bewusstsein ist, obliegt ihr.

Katheter und Punktionsmaterial

Für den Eingriff selbst spielen das Punktionsmaterial sowie die verschiedensten Katheter eine große Rolle.

Für die Punktion der Arterie wird eine herkömmliche Punktionsnadel verwendet. Weiters wird eine arterielle Schleuse benötigt, über die ein Führungsdraht eingebracht wird. Der Führungsdraht hat typischerweise eine Dicke von 0,035in, was ungefähr 0,89mm entspricht.

Am Ende des Katheters befindet sich ein drehbarer 3-Wegehahn, über den man Kontrastmittel oder auch NaCl applizieren kann. Ebenfalls wird über einen Anschluss direkt der intraluminale Druck gemessen. Die Herzkatheter selbst bestehen aus Kunststoffen, welche nicht zu Thrombenbildung neigen. Die Länge der Katheter selbst variiert und wird je nach Patientengröße ausgewählt, meist liegt sie zwischen 100cm bis 125cm. Die Durchmesser der Katheter werden in French angegeben. Es werden hauptsächlich Katheter mit einem Durchmesser von 4 French bis 7 French verwendet. Ein French oder auch Charriere entspricht einem Drittel Millimeter. So ergibt sich für 4 French ein Außendurchmesser von 1,33 mm und bei 7 French ein Außendurchmesser von bis zu 2,33 mm. Hier ist zu erwähnen, dass in japanischen Kliniken sogar 3 French zum Einsatz kommen.

1.5.2 Prämedikation

Durch das Einbringen von vor allem unbeschichteten Drähten in das arterielle Gefäßsystem aber auch durch Strömungsstörungen ist die Gefahr einer

Thrombusbildung bei einer PCI erhöht. Auch eventuelle Intimaverletzungen durch die Drahtspitze, während der Ballondilatation aber auch durch ein Missverhältnis der Kathetergröße zum Gefäßdurchmesser können zu einem Thrombus führen.

Durch die Bildung eines Thrombus kann es wiederum zur Stenosierung oder gar zu einem akuten Verschluss eines Gefäßes kommen, was im Bereich der Koronararterien zu einer Minderdurchblutung des Myokards führen kann, die man ja mit einer PCI therapieren möchte. Ein Thrombus kann aus der Aortenwurzel in jedes arterielle Stromgebiet embolisieren und zum Beispiel im Gehirn zu einem ischämischen Insult führen..

Um dem entgegenzuwirken ist eine suffiziente antithrombotische Therapie indiziert, welche die Patientinnen und Patienten vor solchen Komplikationen schützen soll. Doch bringt auch die Anwendung von Gerinnungshemmern immer das Risiko einer Blutung mit sich. Somit muss die Dosierung der Thromboseprophylaxe so gewählt werden, dass das Thromboserisiko minimiert wird, aber dennoch das Blutungsrisiko gering bleibt. Um der Thrombosebildung vorzubeugen, wird den Patientinnen und Patienten vor Beginn des Eingriffes üblicherweise ein Bolus von unfraktioniertem Heparin gegeben. Heparin verstärkt die Affinität von Antithrombin 3, welches in weiterer Folge Thrombin (Faktor IIa) sowie Faktor X der Gerinnungskaskade hemmt. Heparin ist einerseits gut antagonisierbar und besitzt andererseits eine geringe Halbwertszeit, was es besser steuerbar macht. Die empfohlene Dosierung von unfraktioniertem Heparin variiert von 2500 IU bis zu 5000 IU für die Diagnostik. Für die PCI ist eine Dosis von 70 IU/kg empfohlen. Ebenso ist die Verabreichung von standardmäßigen Dosierungen umstritten, da die Wirkung vom Gewicht und anderen subjektiven Faktoren der Patientinnen und Patienten abhängig ist. Die antithrombotische Wirkung kann über die ACT (activated clotting Time) kontrolliert werden. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit ist eine Kontrolle der ACT alle 20 bis 30 Minuten

empfohlen. Der Zielwert liegt bei 250 bis 350 abhängig vom geplanten Eingriff. Theoretisch hätte niedermolekulares Heparin den Vorteil, dass es im Gegensatz zu unfraktioniertem Heparin nochmals leichter zu dosieren ist. Dennoch zeigten Studien keinen Vorteil von niedermolekularem Heparin im Gegensatz zu unfraktioniertem Heparin [21]. Da man niedermolekulares Heparin nicht mit der ACT kontrollieren kann, bleibt man bis dato bei unfraktioniertem Heparin als Standardmedikament für die Percutane Coronare Intervention (PCI). Bei bekannter Heparin induzierter Thrombozytopenie (HIT) kann als Alternative Bivalirudin oder Argatroban verwendet werden.

1.5.3 Postinterventionelle Hämostase des distal-radialen Zuganges

Die Hämostase spielt bei der perkutanen Koronarintervention eine entscheidende Rolle im Outcome für die Patientinnen und Patienten. Da man hier den systolischen Blutdruck an der Punktionsstelle anliegen hat kann eine insuffiziente Hämostase in kurzer Zeit zu größeren Blutverlusten führen. Bei zu starker Kompression hingegen, kann es zu einem Verschluss der Radialarterie in diesem Bereich kommen. Um sowohl Nachblutungen als auch Okklusionen zu verhindern, hat sich die Durchführung einer „patent haemostasis“ etabliert. Darunter versteht man eine Kompression der Punktionsstelle die ausreicht, um eine Blutung zu verhindern, den Blutstrom im Gefäß jedoch nicht ganz unterbricht.

Für die Versorgung von arteriellen Punktionen im Bereich der Arteria radialis stehen spezielle Verbände zur Verfügung. Eine Möglichkeit ist das TR-Band der Marke Terumo, welches eigens für die Hämostase der Unterarmarterien konzipiert wurde. Dieses Device hat zur Vermeidung der Kompression der jeweils anderen Arterie einen Abstandsbügel, um den Fluss nicht zu unterbrechen. Das Terumoband kann durch kleine Modifikationen

ebenfalls für die Hämostase der distalen Arteria radialis verwendet werden. Ebenfalls ist für die distale Arterie radialis im Bereich der Tabatiere anatomique (Snuffbox) ein Verband der Firma Merit Medical entwickelt worden. Der sogenannte PreludeSYNC DISTAL ist ein Verband eigens für die Versorgung distal-radialer Zugänge. Die Punktionsstelle kann mit einem Luftkissen über eine Spritze komprimiert werden. Somit kann der Druck der auf die Punktionsstelle ausgeübt wird, je nach Bedarf gesteigert oder gesenkt werden, ohne einen neuen Verband anlegen zu müssen. In einer Studie konnte zusätzlich zur Blutstillung gezeigt werden, dass die adäquate Versorgung der Punktion mit zum Beispiel dem oben erwähnten PreludeSYNC DISTAL Verband die Komplikationen im Sinne einer arteriellen Okklusion minimiert [16]. Die arterielle Okklusion ist laut Literatur [3] eine der Hauptkomplikationen des klassischen transradialen Zuganges und ist maßgeblich von der postinterventionellen Hämostase abhängig. Wendet man die oben beschriebene „patent haemostasis“ an, kann man das Auftreten einer Okklusion der Arterie minimieren.

Man kann darauß schließen, dass die adäquate Versorgung bei der arteriellen Punktion maßgeblich am Outcome der Intervention beteiligt ist. Vor allem die Etablierung der „patent haemostasis“ hat im Bereich der proximalen Arteria radialis enorme Vorteile. Einerseits gewährleistet man die weitere arterielle Versorgung durch dieses Stromgebiet, andererseits kann die Arterie, wenn sie nicht okkludiert, auch zukünftig als Zugang für arterielle Katheterinterventionen dienen.



Abbildung 1.8: Hämostaseverband mit liegender Schleuse

1.6 Mögliche Komplikationen des transradialen Zuganges und des distal-radialen-Zuganges

In vielen Publikationen wurde bereits veröffentlicht, dass der transradiale Zugang im Gegensatz zum transfemorale Zugang weniger Komplikationen aufweist. In einer Metaanalyse wurden 3.224 Fälle ausgewertet, welche entweder über den transfemorale oder den transradialen Zugang eine Herzkatheteruntersuchung hatten. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass das Vorkommen von MACE (major adverse cardiovascular events) in beiden Gruppen vergleichbar groß ist, jedoch das Risiko für Komplikationen an der Punktionsstelle mit einer Odds-Ratio von 0.20 ein Fünftel des transfemorale Zuganges beträgt.[6] Eine weitere Rolle spielt die frühere Mobilisation der Patientinnen und Patienten, was den Outcome sowie die Patientenzufriedenheit deutlich erhöht. Dies gilt in gleichen Maßen für Patientinnen und Patienten, die einen Eingriff über den distal-radialen Zugang hatten. Aufgrund dieser Vorteile befindet sich der transradiale Zugang bereits seit 2017 als Klasse 1A-Empfehlung in den STEMI-Leitlinien der European so-

ciety of Cardiology (ESC)[7].

Seltene und bereits bekannte lokale Komplikationen der transradialen Punktionsstelle sind laut Yumiko K. et al.[9] Okklusion der Arteria radialis (RAO), Pseudoaneurysma, Blutungen, Spasmus der Arterie oder auch Perforation der Arterie. Diese Komplikationen können natürlich auch bei dem distal radialen Zugang auftreten. Vor allem die Okklusion der Arteria radialis im Bereich der Punktionsstelle des klassischen transradialen Zuganges stellt mit 2-18% [9] die häufigste Komplikation dar. Dies bleibt zwar meist asymptomatisch, da die Hand bei suffizienten Kollateralen der Arteria ulnaris über eine Doppelversorgung verfügt, kann aber zum Beispiel bei der Notwendigkeit eines Cimino-Shunts für eine Dialyse oder auch für eine erneute PCI zum Problem werden. Hier bietet der distal radiale Zugang den Vorteil, da er an der Dorsalfläche der Hand liegt und eine Okklusion in diesem Bereich einen Blutfluss bis zum Ramus Superficialis arteriae radialis immer noch gewährleistet.

1.6.1 Vor- und Nachteile des distal-radialen-Zuganges

Der distal radiale Zugang bietet vor allem bei der Okklusion der Arterie den Vorteil, dass die Punktionsstelle in der Fossa radialis und somit distal des Abganges des Ramus superficialis arteriae radialis liegt. Dies führt einerseits dazu, dass die antegrade Blutversorgung im Fall einer Okklusion der Arteria Radialis im Bereich der Punktionsstelle über den Ramus superficialis arteriae radialis gewährleistet ist, andererseits auch dazu, dass die Arteria radialis im Bereich des proximalen Handgelenks offen bleibt und somit für weitere therapeutische Interventionen zur Verfügung steht. Sowohl die postinterventionelle Hämostase als auch die Kontrolle von eventuell aufgetretenen arteriellen Blutungen im Bereich der distalen Arteria radialis gestalten sich aufgrund des knöchernen Widerlagers einfacher und suffizi-

enter als im Bereich der proximalen Arteria radialis. Auch die Position des Armes während des Eingriffes ist für den Patienten bequemer. So muss für den klassischen transradialen Zugang eine Supination der Hand erfolgen, um es dem Operateur zu ermöglichen zur Punktionsstelle zu gelangen. Vor allem bei Personen mit größerer Körpermasse und bei der Punktion der linken Arteria radialis ergeben sich auch für den durchführenden Arzt unbequeme Positionen die je nach Eingriffsdauer länger oder kürzer auszuhalten sind. [22] Orthopädische Probleme der Patientin oder des Patienten, wie zum Beispiel bei einer Schultersteife (frozen Shoulder), machen es der Patientin oder dem Patienten nahezu unmöglich diese Position einzunehmen. Der Vorteil den der distal radialen Zugang hier bringt, ist, dass die Hand aufgrund der Lage der Fossa radialis in einer für den Patienten bequemen lockeren Pronationshaltung bleiben kann. Für die Punktion selbst, flektiert man die Hand nach ulnar, wodurch die Arterie in der Tabatiere anatomique näher an die Hautoberfläche kommt und längs gespannt wird. Damit neigt sie weniger dazu, der Nadel auszuweichen. Zur Erreichung dieser Position kann dem Patienten auch zum Beispiel eine Mullbinde zum umgreifen gegeben werden.

Der Größenunterschied zwischen der proximalen und der distalen Arteria radialis nach Abgang des Ramus superficialis arteriae radialis macht bei der angloamerikanischen Bevölkerung einen Unterschied von nur 0,3 mm aus. Er beträgt bei der proximalen Arteria radialis 2,8mm und bei der distalen Arteria radialis 2,5mm.[18] Es ist anzunehmen, dass es je nach Population kleiner Unterschiede im Durchmesser der Arterien geben kann. Vor allem aber ist die spezielle Anatomie der Tabatiere anatomique mit dem Verlauf der Arteria radialis und den umliegenden Strukturen hier zu erwähnen. Dies erfordert vom Interventionisten eine genaue Auseinandersetzung mit der Anatomie und der Punktionstechnik. Eine Fehlerrate von 11% im Sinne eines Wechsels der Punktionsstelle von distal radial zu klassisch transradial

wurde zum Beispiel von Kiemeneij berichtet. Diese Fehlerrate kann durch Verwendung eines Ultraschalles zur Punktion reduziert werden. Verwendet man einen Ultraschall zur Vorselektion der Patienten wurde bei der Untersuchung eine erfolgreiche Punktionsrate von Nahezu 100% erzielt.[12]

1.7 Erfolgsrate des distal-radialen-Zuganges

In einer randomisiert kontrollierten Studie wurden 200 Fälle (100 transradial, 100 distal radial) verglichen, um die statistischen Unterschiede beider Zugänge zu erheben. Als primärer Endpunkt wurde der Wechsel der Punktionsstelle festgelegt. Es wurde eine Fehlerrate von 30% in der distal radialen Gruppe beobachtet, wohingegen bei der transradialen Kontrollgruppe nur in 2% der Fälle ein Wechsel der Punktionsstelle notwendig war. Ebenfalls konnte jedoch gezeigt werden, dass die Hämostasezeit der distal-radialen Punktionsstelle im Vergleich zur klassischen transradialen Punktionsstelle deutlich geringer war.[5]

Die Erfolgsrate der Punktion ist maßgeblich vom Operateur abhängig und steigt mit der Erfahrung, die der Arzt anhand von durchgeführten Punktionen erlangt. Die Erfolgsrate steigt mit jedem Eingriff und liegt nach 200 durchgeführten Punktionen konstant bei 94%.[24] Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Patientenzufriedenheit. Dies wurde in der griechischen Studie von Koutouzis [5] ebenfalls erhoben. Es wurde 30 Tage nach der Intervention abgefragt, ob die Patientin oder der Patient den Eingriff an derselben Stelle wiederholen würden. 89% der distal radialen Patienten waren mit dem Eingriff zufrieden und würden dies noch einmal machen. Dieser Wert entspricht ungefähr dem Wert, der bei dem klassisch transradialen Zugang erzielt wurde (87%).

Somit ist zu sagen, dass der DRA dem TRA um nichts nachsteht. Einzig die Erfahrung des Arztes spielt für die erfolgreiche Punktion eine ausschlagge-

bende Rolle. Im November des Jahres 2021 wurde eine Meta-Analyse von Juan Cao et al. im Journal of Interventional Cardiology veröffentlicht. Die Meta-Analyse mit dem Titel „Safety and Effectiveness of Coronary Angiography or Intervention through the Distal Radial Access: A Meta-Analysis“, erhob von insgesamt 6 Studien die Ergebnisse der Fragestellung, ob der distal radiale Zugang Vor- beziehungsweise Nachteile gegenüber dem klassischen transradialen Zugang hat. Es konnte gezeigt werden, dass sich die beiden Zugänge einzig in der Anzahl der Komplikationen, bezogen auf die Radial-Arterien-Okklusion, unterscheiden. Patientinnen und Patienten nach einem Eingriff über die distale Arteria radialis haben mit einem relativen Risiko von 0,203 ein deutlich geringeres Risiko für eine Radialarterienokklusion, als Patientinnen und Patienten mit einem klassischen transradialen Zugang.[15] Eine weitere Studie die den DRA mit dem klassischen TRA vergleicht, wurde vor kurzem von Alexandru Achim et.al. unter dem Titel „Switching From Proximal to Distal Radial Artery Access for Coronary Chronic Total Occlusion Recanalization“ im Frontiers in Cardiovascular Medicine veröffentlicht [1]. Hierbei wurde der DRA mit dem TRA unter einer Vielzahl spezifischer Gesichtspunkte der interventionellen Kardiologie verglichen. Bei den festgelegten Endpunkten wie zum Beispiel lokale vaskuläre Komplikationen, Strahlungsdauer, Dauer des Krankenhausaufenthaltes sowie Major adverse cardiovascular events wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet, daher kann man die Zugänge als gleichwertig betrachten. Sie berichteten ebenfalls von einer leichten Tendenz zur Risikoreduktion in der DRA-Kohorte. Aber auch die ökonomischere Position der Hand wie bereits oben erwähnt, welche es der Patientin oder dem Patienten bei länger dauernden Eingriffen ermöglicht die Hand in einer physiologischeren Position zu halten, wird von den Autoren nochmals dezidiert hervorgehoben. Auch für den Interventionisten ergeben sich durch die Handhaltung des Patienten nicht nur ergonomische Vorteile. Auch die Strahlenbelastung für den Arzt

wir durch die höhere Distanz zur Strahlungsquelle reduziert.

2 Material und Methoden

2.1 PatientInnenkollektiv

Es handelt sich um eine retrospektive monozentrische Studie, die ein PatientInnenkollektiv von 654 Personen umfasst. Die Eingriffe fanden in einem Zeitraum von Oktober 2017 bis März 2020 im LKH West Graz statt und wurden alle von OA Dr. Stefan Harb durchgeführt. Als einziges Einschlusskriterium der PatientInnen wurde eine stattgefundene Herzkatheteruntersuchung, die über den distal-radialen-Zugang durchgeführt worden ist, festgelegt.

Es wurden Daten von insgesamt 200 Frauen und 454 Männern anhand einer international verwendeten Case Report Form (CRF) erhoben(siehe 2.2). Der Beobachtungszeitraum für Komplikationen beinhaltete die stationäre Aufenthaltsdauer nach dem Eingriff selbst. Die Datenerhebung erfolgte anhand der Dokumentationen im klinischen Dokumentationssystem MEDOCS. Ebenfalls wurden Patienten eingeschlossen, die mehrmals einen Eingriff über den distal radialen Zugang hatten. Der Versuch der Punktion des distalen Arteria radialis wurde nicht als Eingriff gewertet.

Tabelle 2.1: PatientInnenkollektiv

Geschlecht	Anzahl n	Prozent (%)
Weiblich	200	30,6
Männlich	454	69,4
Gesamt	654	100

Aufteilung nach Geschlecht.

2.1.1 Biometrie des PatientInnenkollektivs

In Tabelle 2.2 sind die biometrischen Daten des Gesamtkollektivs dargestellt und in Tabelle 2.3 die biometrischen Daten des Kollektivs abhängig vom Geschlecht. Das Durchschnittsalter des gesamten Patientenkollektivs lag bei 68 Jahren. Frauen waren zum Zeitpunkt des Eingriffes mit 72 Jahren durchschnittlich um 5 Jahre älter als Männer, die zum Zeitpunkt des Eingriffes ein Durchschnittsalter von 67 Jahren aufwiesen. Anhand des BMI ist zu erkennen, dass das Verhältnis von Größe zu Gewicht bei beiden Geschlechtern annähernd gleich verteilt war.

Tabelle 2.2: Biometrie

	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum
Age (Jahre)	68	11	70	19	91
Weight (kg)	81	17	80	43	185
Height (cm)	172	9	172	140	202
BMI	27,51	4,39	27,06	16,61	47,19

Biometrie des Gesamtkollektivs. (SD...Standardabweichung)

Tabelle 2.3: Biometrie nach Geschlecht

	Sex	Mittelwert	SD	Median	Maximum	Minimum
Age (Jahre)	f	72	19	74	89	43
	m	67	11	68	91	19
Weight (kg)	f	72	14	70	113	43
	m	85	16	84	185	48
Height (cm)	f	162	7	163	177	140
	m	176	7	175	202	155
BMI	f	27,39	5,01	26,83	42,32	17,69
	m	27,57	4,09	27,08	47,19	16,61

Aufteilung nach Geschlecht. (SD...Standardabweichung)

2.2 CRF

Zur Erhebung der Daten wurde ein CRF gewählt, welches international zur Erhebung von Daten in Zusammenhang mit ähnlichen Fragestellungen verwendet wird. Folgend eine Auflistung der Parameter, die für alle Patientinnen und Patienten aus MEDOCS ausgelesen wurden:

- Biometrie
 - Geschlecht
 - Alter
 - Gewicht
 - Größe
- Risiko für Koronarerkrankungen
 - familiäre Vorgeschichte
 - aktives Rauchen
 - Hypertension

- Hypercholesterinämie
- Diabetes Mellitus
- Nierenschäden
- Dialyse
- Patientengeschichte
 - vorhergegangener akuter Myokardinfarkt
 - vorhergegangene percutane Coronarintervention
 - vorhergegangene Bypassoperation
 - vorhergegangener transradialer Zugang (gleiche Seite)
 - vorhergegangener distal-radialer-Zugang (gleiche Seite)
- Indikation für den distal-radialen Zugang
 - Stabile Angina Pectoris
 - akutes Koronarsyndrom
 - STEMI
 - Kardiogener Schock
 - geplanter diagnostischer Eingriff
 - Linksherzkatheterisierung
 - peripherer Eingriff
- Distal-radialer-Zugang
 - Eingriffsdatum
 - Notfallseingriff
 - Punktionsseite
 - Spasmolyticum
 - Durchmesser der Einführschleuse
 - Länge der Einführschleuse
 - Sheathless Katheter
 - Antikoagulant
 - Antikoagulant Dosis

- Durchgeführte Intervention
 - Angiographie
 - PCI
 - Angiographie und PCI
 - Zielgefäß LM
 - Zielgefäß LAD
 - Zielgefäß LCX
 - Zielgefäß RCA
 - CTO
 - IVUS
 - OCT
 - FFR/IFR
 - Atherectomie
 - Lithotripsie
- Hämostase
 - Hämostase Verband
 - handgemachter Verband
 - Andere Arten der Blutstillung
- Eingriffskomplikationen
 - Zielgefäßruptur
 - Cerebrovasculärer Zwischenfall
 - Tod
- Radialarterien Komplikation
 - Perforation der Arteria Radialis
 - Fistel
 - Pseudoanerysma
 - Radialarteriendissektion
 - Hämatom

- Andere Komplikationen
- Bestrahlungsparameter
 - Strahlungsdauer
 - Strahlungsdosis

Ebenfalls gab es bei dem zur Verfügung gestellten CRF auch Möglichkeiten periphere Procedures einzutragen, doch wurde dies in keinem der Fälle durchgeführt und somit hier nicht gelistet. Der Großteil der Abfragen waren mit JA oder NEIN (Ja = 1 ; Nein = 0) in die dafür vorgesehen Excel-Spalte einzutragen, um eine statistische Auswertung zu vereinfachen. Ebenfalls wurden die letzten zwei Parameter betreffend der Strahlungsdauer und der Strahlungsdosis hinzugefügt, um ebenfalls darüber eine Aussage treffen zu können. Die gesamte statistische Auswertung wurde mit dem Programm SPSS durchgeführt.

Der Beobachtungszeitraum beinhaltete lediglich den klinischen Aufenthalt der Patientinnen und Patienten nach ihrer Intervention. Es wurde bei keinem der Patientinnen und Patienten auf eine Radialarterienokklusion gescreent und es wurde ebenfalls keiner der Patientinnen oder Patienten laut Patientenakten symptomatisch. Somit konnte diese Komplikation für das PatientInnenkollektiv nicht erhoben werden und fehlt als Parameter in den Ergebnissen.

Im Nachhinein wurde noch unter Mithilfe des Instituts für medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation der postinterventionelle Aufenthalt der Patientinnen und Patienten erhoben. Diese Daten wurden mit Microsoft Excel ausgewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Komplikationsrate

Um die Frage der Häufigkeit von Komplikationen, die bei einem Eingriff über den distal-radialen-Zugang auftreten, beantworten zu können, wurde eine rein deskriptive Analyse der Parameter der Unterpunkte „Eingriffskomplikationen“ sowie „Radialarterien-Komplikationen“ (siehe 2.2) . In Tabelle 3.1 sind die Anzahl sowie der prozentuelle Anteil auf das Gesamtkollektiv der Komplikationen angeführt. Insgesamt traten in 29% (191 von 654) der Fälle Komplikationen auf. Die zwei großen Gruppen der Komplikationen stellten Hämatome der Einstichstelle sowie der Unterpunkt „Andere Komplikationen“ dar.

Tabelle 3.1: Komplikationen

Komplikation	Anzahl	Prozent (%)
Zielgefäßruptur	0	0
Cerebrovasculärer Zwischenfall	0	0
Tot	1	0,2
Perforation der Arteria Radialis	0	0
Fistel	0	0
Pseudoaneurysma	0	0
Radialarteriendisektion	1	0,2
Hämatom	90	13,8
Andere Komplikationen	99	15,1

Aufgetretene Komplikationen

3.1.1 ad Hämatom

Mit einer prozentuellen Häufigkeit von 13,8% war das Hämatom im Bereich der Einstichstelle distal radial die häufigste direkt erhobene Komplikation. Der Punktionsstelle wird postinterventionell mittels eines dafür konzipierten Verbandes versorgt. Zusätzlich wird der Arm der Einstichstelle für einen gewissen Zeitraum hochgelagert. Dennoch kommt es sehr häufig zur Entstehung eines lokalen Hämatoms. Es ist anzunehmen, dass der Blutdruck im arteriellen Gefäß sowie die Tatsache, dass die Patientinnen und Patienten medikamentös antikoaguliert sind, die Hauptursache für die Entstehung dieser Hämatome sind.

Die Erhebung dieser Komplikation erfolgte aus dem interprofessionellen Dekurs, in dem sowohl die behandelnden Ärztinnen und Ärzte als auch das Pflegepersonal Eintragungen durchführen konnten. Hier ist zu erwähnen, dass aufgrund der mangelnden Fotodokumentation sowie der genaueren Beschreibung des Hämatoms nicht unterschieden werden kann, ob es sich

um eine klinisch relevante Nachblutung in das umliegende Gewebe handelt, oder ob es sich ausschließlich um ein kleines Hämatom im Bereich der Einstichstelle handelt. Letzteres hätte weder für die Patientinnen oder Patienten noch für das medizinische Personal Konsequenzen und ist an sich nicht als relevante Komplikation zu werten. Als zusätzliche Information ist noch zu erwähnen, dass es in keinem Fall der notierten Hämatome aufgrund dessen zu einer weiteren Behandlung gekommen wäre.

Antikoagulation mittels Heparin

Hier soll nochmal dezidiert darauf hingewiesen werden, dass das untersuchte PatientInnenkollektiv bei diagnostischen Angiographien eine initiale Heparindosis von durchschnittlich 5000 IU statt wie aktuell üblich 2500 IU erhalten hat. Mittlerweile hat man sich von derart hohen Heparindosen bei diagnostischen Angiographien distanziert und es werden nach aktuellen ESC-Guidelines die Heparindosen nach dem Körpergewicht dosiert um eine activated clotting Time (ACT) von circa 250-300 Sekunden zu erhalten. Für die PCI wird eine initiale Heparindosis von 70 IU/kg ACT gesteuert verabreicht. Somit ist festzuhalten, dass vor allem Patientinnen und Patienten des untersuchten Kollektivs, an denen eine diagnostische Untersuchung durchgeführt wurde, eine initial höhere Heparindosis erhielten als es aktuell üblich ist. Es kann somit die Vermutung angestellt werden, dass die Ursache der doch relativ hohen Anzahl an Hämatom, auch wenn es keine klinisch relevanten Nachblutungen im umliegenden Gewebe waren, an der hohen Heparindosis lag.

3.1.2 ad Andere Komplikationen

In die Kategorie „andere Komplikationen“ fielen vor allem vom Pflegebereich ausgelesene Informationen in der Nachsorge der Patientinnen und

Patienten. Der Großteil der Komplikationen in diesem Reiter wurde als Taubheit im Bereich des Daumens sowie des zweiten und dritten Fingers beschrieben. Dies kam durch die Kompression der sensiblen Innervation des Handrückens durch den Verband der Einstichstelle zustande.

Nach dokumentierter Lockerung des Verbandes der distal radialen Einstichstelle konnte im Verlauf eine wiederhergestellte normale Sensibilität beschrieben werden.

3.1.3 ad Tod

Bei den rund 654 durchgeführten Koronarinterventionen kam es in einem Fall zum Ableben eines Patienten im Herzkatheterlabor. Es handelte sich hier um einen Patienten der wegen eines kardiogenen Schockes angiographiert und interveniert wurde. Dieser verstarb noch während der Intervention nach längeren Wiederbelebungsversuchen. Insgesamt verstarben im Zuge des Aufenthaltes 5 Patientinnen und Patienten postinterventionell (0,76%). Es geht aus der Dokumentation eindeutig hervor, dass kein Zusammenhang zwischen dem Ableben der PatientInnen und der Punktionsstelle vorliegt.

3.1.4 ad Radialarteriendissektion

Weiters konnte im Zuge der Datenauswertung lediglich noch eine Radialarteriendissektion erhoben werden. Diese blieb laut Dokumentationen im weiteren Aufenthalt klinisch symptomlos und führte lediglich zu einem kleineren Hämatom im Einstichbereich.

3.2 Klinische Aufenthaltsdauer

Ein weiterer wichtiger Faktor, der für das gesamte PatientInnenkollektiv erhoben wurde, ist die Aufenthaltsdauer nach dem Eingriff. Nach Erhebung

der Daten waren von 592 Patientinnen und Patienten Informationen über den postinterventionellen Aufenthalt vorhanden. Für 41 Patientinnen und Patienten konnte die postinterventionelle Aufenthaltsdauer nicht erhoben werden, da sie entweder nicht im System eingetragen wurde oder die Patientinnen oder Patienten nach dem Eingriff direkt in ein anderes Krankenhaus verlegt wurden. Durchschnittlich betrug die stationäre Aufenthaltsdauer vier Tage.

Tabelle 3.2: klinischer Aufenthalt

gültige Werte	Mittelwert	SD
592	3,84	3,62

Dauer des postinterventionellen Aufenthaltes.

Der lang erscheinende Aufenthalt ist dadurch erklärbar, dass es sich um ein gemischtes Kollektiv handelt. Bei den 592 ausgewerteten Patientinnen und Patienten wurde ein Querschnitt an Indikationen erhoben, der von akuten STEMI-PatientInnen über Patientinnen und Patienten die im kardiogenen Schock in das Herzkatheterlabor gebracht wurden, reichte. Ebenfalls waren aber auch Patientinnen und Patienten inkludiert, die zur geplanten diagnostischen Herzkatheteruntersuchung kamen. Somit ist von einem allumfassenden PatientInnenkollektiv zu sprechen. Ebenfalls ist das tagesklinische Vorgehen in Graz erst seit kurzem etabliert, da eine ambulante Diagnostik und auch kleinere Intervention aus organisatorischen Gründen nicht abgerechnet werden konnte. Somit führt die damals fehlende Möglichkeit, ambulant Patienten zu betreuen sowie die Tatsache, dass es sich beim untersuchten Kollektiv um ein nicht vorselektiertes PatientInnengut handelt, zu der länger erscheinenden klinischen Aufenthaltsdauer, welche somit nicht direkt mit Komplikationen in Verbindung gebracht werden sollte.

Tabelle 3.3: Indikationen für den Kathetereingriff

Schock	STEMI	ACS	stabile AP	diagnostisch
8	72	321	136	189

Indikationen für den Kathetereingriff.

3.3 Summary

Zusammenfassend konnte bei diesem PatientInnenkollektiv eine äußerst geringe Komplikationsrate für den distal radialen Zugang erhoben werden. Vor allem ist der Anteil an klinisch interventionsbedürftigen Komplikationen, in dem untersuchten PatientInnenkollektiv unter 1%. Es kam in einem Fall zum Ableben des Patienten am Herzkathetertisch welche jedoch keine Kausalität mit der Intervention vorwies, da der Patient bereits unter Reanimation sowie mit Herzkreislaufstillstand in das Herzkatheterlabor gebracht wurde.

Insgesamt traten bei 191 von 654 Patientinnen und Patienten Komplikationen während oder nach einer perkutanen Koronarintervention über den distal radialen Zugang auf. Prozentuell ergibt das einen Wert von 29,2%, wobei hier nochmal dezidiert auf den hohen Anteil (28,9%) von Hämatomen sowie passageren Taubheitsgefühl im distalen Bereich des Verbandes hingewiesen werden soll die klinisch nicht als relevant zu werten sind.

Die erhobene postinterventionelle klinische Aufenthaltsdauer spiegelt ein realistisches Bild der Aufenthaltsdauer eines Querschnittes an Patientinnen und Patienten wieder, da keine Vorselektion im Patientinnen- und Patientengut getroffen wurde.

4 Diskussion

Anhand dieser Arbeit ist zu erkennen, dass der distal radiale Zugang dem klassisch transradialen Zugang bei Herzkathetereingriffen um nichts nachsteht. Die Komplikationsrate war bei der untersuchten Kohorte mit unter 1% klinisch relevanter Komplikationen äußerst gering.

Vor allem ist hier zu erwähnen, dass die Kahnbeinnekrose, welche uns vor dem Erheben der Daten als sehr relevante Komplikation erschien, da sie doch von einigen Kritikern des distal radialen Zuganges angeprangert wird, in keinem einzigen Fall auftrat. Ebenfalls konnte beim Recherchieren im Zuge dieser Arbeit, bei keiner Studie ein Hinweis auf diese Komplikation gefunden werden. Somit ist davon auszugehen, dass die Blutversorgung des Kahnbeines, selbst wenn man eine Okklusion der Arteria radialis durch die Intervention hervorruft, sowohl beim klassisch transradialen als auch beim distal radialen Zugang erhalten bleibt. Als Verzerrung der erhobenen Werte fungierte vor allem die Tatsache, dass es sich beim behandelnden Arzt um einen erfahrenen Interventionisten handelte, der eine hohe Anzahl an distal radialen Punktionen durchgeführt hat und somit ein hohes Maß an Erfahrung, sowohl bei der Punktion als auch bei den Interventionen mitbrachte. Beim PatientInnenkollektiv handelte es sich um „all-comers“, was eine Vorselektion der Patientinnen und Patienten ausschließt und eine wahrheitsgetreue Zusammensetzung des Patientenkollektivs gewährleistet. Dies bringt aber auch mit sich, dass der postinterventionelle Aufenthalt der Patientinnen und Patienten ein realistisches Bild widerspiegelt, und

somit im Vergleich zu einer Vorselektion von ambulanten Patientinnen und Patienten dementsprechend länger ist.

Eine weitere Fragestellung, die aufgrund des fehlenden Follow-up nicht beantwortet werden kann, ist die Häufigkeit einer Okklusion der Arteria radialis. Aufgrund der bei Entlassung beschwerdefreien Patientinnen und Patienten ist jedoch in jedem Fall von einer suffizienten Blutversorgung der Hand auszugehen. Hier soll noch auf die DISCO-Radial-Studie [3] verwiesen werden, die sowohl beim klassisch transradialen als auch beim distal radialen Zugang eine Okklusionsrate von ungefähr 1% beobachtet hat. Um dem in Zukunft vorzubeugen, ist auf eine „patent hemostasis“ der Punktion zu achten.

Zusammenfassend steht der distal radiale Zugang dem klassisch transradialen Zugang um nichts nach. Er erfordert aber ein hohes Maß an Erfahrung des Interventionisten sowie anatomischen Kenntnissen der Tabatiere anatomique. Ebenfalls hat der Zugang ein hohes Maß an PatientInnenzufriedenheit, was bei jeder klinischen Behandlung im Vordergrund stehen muss.

Literatur

- [1] Achim A. et al. »Switching From Proximal to Distal Radial Artery Access for Coronary Chronic Total Occlusion Recanalization«. In: *Frontiers in Cardiovascular medicine* (2022). DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.895457> (siehe S. 30).
- [2] Adhir R. Schroff et al. »SCAI expert consensus statement update on best practices for transradial angiography and intervention«. In: *Catheterization and cardiovascular interventions* (2020). DOI: [10.1002/ccd.28672](https://doi.org/10.1002/ccd.28672) (siehe S. 9).
- [3] Aminian A. et al. »Distal Versus Conventional Radial Access for Coronary Angiography and Intervention.« In: *J Am Coll Cardiol Interv.* (2022). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.04.032> (siehe S. 25, 45).
- [4] Hahalis G. et al. »Transulnar Compared With Transradial Artery Approach as a Default Strategy for Coronary Procedures«. In: *Circulation. Cardiovascular interventions* (2013). DOI: [10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.000150](https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.112.000150) (siehe S. 9).
- [5] Koutouzis M. et al. »Distal Versus Traditional Radial Approach for Coronary Angiography«. In: *Cardiovascular revascularization medicine : including molecular interventions* (2019). DOI: [10.1016/j.carrev.2018.09.018](https://doi.org/10.1016/j.carrev.2018.09.018) (siehe S. 29).

- [6] Pierfrancesco A. et al. »Radial Versus Femoral Approach for Percutaneous Coronary Diagnostic and Interventional Procedures«. In: *Journal of the American College of Cardiology* (2004). DOI: 10.1016/j.jacc.2004.04.034 (siehe S. 26).
- [7] Roffi M. et al. »2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC)«. In: *European Heart Journal* (2016). DOI: 10.1093/eurheartj/ehv320 (siehe S. 27).
- [8] Sgueglia G. et al. »Anatomic Basis and Physiological Rationale of Distal Radial Artery Access for Percutaneous Coronary and Endovascular Procedures«. In: *JACC. Cardiovascular interventions* (2018). DOI: 10.1016/j.jcin.2018.04.045 (siehe S. 17).
- [9] Yumiko K. et al. »Transradial Cardiac Catheterization: A Review of Access Site Complications«. In: *Catheterization and Cardiovascular Interventions* (2011). DOI: 10.1002/ccd (siehe S. 27).
- [10] Gruentzig Andreas. *Transluminal dilatation of coronary-artery stenosis*. 1978. DOI: 10.1016/s0140-6736(78)90500-7 (siehe S. 15).
- [11] Dundua David Babunashvili Avtandil. »Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure«. In: *Catheterization and Cardiovascular intervention* (2011). DOI: 10.1002/ccd.22846 (siehe S. 16).
- [12] Kiemeneij F. »Left distal transradial access in the anatomical snuffbox for coronary angiography (ldTRA) and interventions (ldTRI)«. In: *EuroIntervention : journal of EuroPCR in collaboration with the Working Group on Interventional Cardiology of the European Society of Cardiology* (2017). DOI: 10.4244/EIJ-D-17-00079 (siehe S. 29).

- [13] Roghani-Dehkori F. »Distal accesses in the hand (two novel techniques) for percutaneous coronary angiography and intervention«. In: *ARYA atherosclerosis* (2018). DOI: 10.22122/arya.v14i2.1743 (siehe S. 16).
- [14] Anton Hafferl. 3. Aufl. 1969. ISBN: 9783540045106 (siehe S. 6).
- [15] Cao et al. Jun. »Safety and Effectiveness of Coronary Angiography or Intervention through the Distal Radial Access: A Meta-Analysis«. In: *Journal of Interventional Cardiology* (2021). DOI: 10.1155/2021/4371744 (siehe S. 30).
- [16] Y. et al. Kawamura. »Impact of dedicated hemostasis device for distal radial arterial access with an adequate hemostasis protocol on radial arterial observation by ultrasound.« In: *Cardiovasc Interv and Ther* (2020). DOI: 10.1007/s12928-020-00656-4 (siehe S. 25).
- [17] Gert Jan Laarman Kiemeneij Ferdinand. *Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation*. 1993. DOI: 10.1002/ccd.1810300220 (siehe S. 15).
- [18] Hull J. E. Kinsey E. N. Bishop W. L. »Mapping of the snuffbox and cubital vessels for percutaneous arterial venous fistula (pAVF) in dialysis patients«. In: *The journal of vascular access* (2013). DOI: 10.5301/jva.5000127 (siehe S. 28).
- [19] Harald Lapp. *Das Herzkatheterbuch*. 5. Aufl. Thieme, 2019. ISBN: 978-3-13-241481-5 (siehe S. 2, 8–10).
- [20] Campeau Lucien. *Percutaneous radial artery approach for coronary angiography*. 1989. DOI: 10.1002/ccd.1810160103 (siehe S. 15).
- [21] Banning AP. et al. Niccoli G. »Heparin dose during percutaneous coronary intervention: how low dare we go?« In: *Heart*. (2002). DOI: 10.1136/heart.88.4.331 (siehe S. 24).

- [22] Davies R. und Gilchrist C. »Back hand approach to radial access: The snuff box approach«. In: *Cardiovascular revascularization medicine including molecular interventions* (2018). DOI: 10.1016/j.carrev.2017.08.014 (siehe S. 28).
- [23] Stig RADNER. »Thoracal aortography by catheterization from the radial artery«. In: *Acta radiologica* (1948). DOI: 10.3109/00016924809132437 (siehe S. 14).
- [24] J.W. Kim Y. Lee OH. et al. Roh. »The learning curve of the distal radial access for coronary intervention«. In: *Scientific Reports* (2021). DOI: 10.1038/s41598-021-92742-7 (siehe S. 29).