

Diplomarbeit

**Präoperative chirurgische Evaluierung vor
Nierentransplantation: Erhebung der Verteilung und
des Schweregrades der Verkalkungen in der
Beckenregion und daraus resultierende Konsequenzen**

eingereicht von

Leona Marleen Ram

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Transplantationschirurgie der Universitätsklinik

Chirurgie

unter der Anleitung von

Sen.Scientist Dr.med.univ. Judith Kahn

Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Helmut Müller; MBA MSc

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.

Graz, am 08. September 2015

Leona Marleen Ram eh

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich bei meiner Betreuerin OA Dr. med. Judith Kahn bedanken. Sie stand mir bei der Fertigstellung dieser Arbeit stets mit Rat und Tat zur Seite und ich konnte immer mit einer schnellen und hilfreichen Antwort rechnen. Ich habe mich sehr gut betreut gefühlt und danke Ihr für Ihre Geduld und ihr Vertrauen.

Ebenso gilt ein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. med. Helmut Müller, der bei der Planung und Umsetzung dieser Arbeit unersetzlich war, für alles eine Lösung fand und stets eine schnelle und große Hilfe war.

Ich möchte mich bei Katharina Eberhard, MA und Mag. Andrea Groselj-Strele für Ihre Hilfe bei der Fertigstellung der Statistik dieser Arbeit bedanken.

Auch gilt mein Dank den Sekretärinnen der Abteilung für Transplantationschirurgie Graz für ihre freundliche Art und die gute und ordentliche Organisation der PatientInnenunterlagen.

Besonders möchte ich auch meiner Mutter danken, die mich immer und in jedem Weg unterstützt hat und an meiner Seite stand. Ebenfalls danke ich meinem Bruder und meiner Schwester sowie meinen guten Freunden auf die ich mich immer und in jeder Situation verlassen kann.

Zusammenfassung

Einleitung

Das Risiko einer Gefäßverkalkung ist bei PatientInnen mit terminalem Nierenversagen erhöht. Dabei spielt sowohl die Atherosklerose als auch die Mediasklerose nach Mönckeberg eine wichtige Rolle.

Die Verkalkung der arteriellen Gefäßwände erschwert die chirurgische Anastomosierung an den Iliakalgefäßen im Rahmen einer Nierentransplantation (NTX), oder macht in ausgeprägten Fällen eine Anastomose unmöglich. Bei Nierenempfängern korrelieren sowohl operative, als auch postoperative Komplikationen mit dem Grad der arteriellen Verkalkung.

Methode

Es handelt sich um eine retrospektive Studie, welche alle PatientInnen (N=205) einschließt, die in dem Zeitraum von Jänner 2008 bis Dezember 2011 an einer Evaluierung für eine Nierentransplantation teilgenommen haben. Das Procedere der präoperativen Untersuchung potentieller NierenempfängerInnen an der Klinischen Abteilung für Transplantationschirurgie der Universitätsklinik für Chirurgie Graz ist seit 2004 standardisiert. Die Untersuchung besteht aus einer Anamnese, einer klinischen Untersuchung des/der Patienten/in und aus einer Nativ-CT Aufnahme der Beckenregion zur Detektion von Gefäßwandkalk. Der intraoperative makroskopische und palpatorische Befund des anastomosierten arteriellen Gefäßabschnitts wird unabhängig graduiert und mit der präoperativ erhobenen radiologischen Graduierung des Verkalkungsgrades verglichen.

Bei einer Fallzahl von N=205 Probanden kann mit einer Power von über 90% ein Zusammenhang zwischen prä- und intraoperativem Verkalkungsgrad von mindestens $r=0,3$ auf Signifikanz geprüft ($\text{Alpha} = 0.05$, zweiseitig) werden.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 205 PatientInnen (146 männlich, Alter 22-77 (mittleres Alter 55)) in dem Zeitraum von 2008 bis 2011 für eine Nierentransplantation (NTX) evaluiert. 13 (6,3%) PatientInnen waren zum Zeitpunkt der Auswertung(2014), verstorben.

7 PatientInnen wurden nach Evaluierung für eine NTX abgelehnt, bei 54 PatientInnen wurde eine Seitenwahl für die Transplantation getroffen.

Bei 106 PatientInnen war zum Zeitpunkt der Auswertung eine NTX durchgeführt worden. Von 97 PatientInnen lagen Angaben zur Lokalisation der arteriellen Anastomose vor. 94 PatientInnen bekamen die Gefäßanastomose der NTX an die Arteria iliaca externa (AIE) (59 AIE dexter (AIE_d), 35 AIE sinistra (AIE_s)). Bei drei PatientInnen fand die Anastomose an der Arteria iliaca communis (2 AIC dexter (AIC_d), 1 AIC sinistra (AIC_s)) statt. Einen aussagekräftigen intraoperativen makroskopischen Befund fand man für die AIE_d bei 25 und für die AIE_s bei 5. Für die AIE_d mit der höheren, also aussagekräftigeren Fallzahl, korreliert der intraoperative Befund hochsignifikant ($p=0,003$) mit dem präoperativen CT-Bild.

Schlussfolgerung

Eine native computertomographische Untersuchung im Rahmen der TX-Evaluation erbringt relevante Befunde über den Verkalkungsgrad der Beckenarterien die im Rahmen der NTX anastomosiert werden. Diese Befunde korrelieren hochsignifikant mit dem palpatorischen und makroskopischen Gefäßbefund im Rahmen der NTX. Durch die standardisierte Diagnostik können Kontraindikationen zur NTX aufgrund ausgeprägter arterieller Kalzifikation präoperativ erkannt und operative Komplikationen damit vermieden werden.

Abstract

Introduction

The risk of vessel calcification increases generally for patients with end stage renal disease. Hereby, both atherosclerosis as well as media sclerosis (type Moenckeberg) are important factors for the appearance of calcification.

The calcification of the artery walls complicates the surgical anastomosis at the iliacal arteries during a renal transplantation (RTX), or can potentially even render transplantation undoable for very serious cases.

For renal transplant candidates, operative and postoperative complications correlate with the extent of artery calcification

Methods

The retrospective study includes all patients (N=205) who participated in a preoperative examination for assessing their suitability for a kidney transplantation at the department of transplant surgery of the Medical University of Graz in the period from January 2008 until December 2011. The procedure for preoperative examinations of potential renal transplant candidates is standardized since 2004.

The examination contains an anamnesis, a clinical examination, and a native CT of the pelvic to detect vessel calcification.

The intraoperative macroscopic and palpable result of the anastomosed artery vessel part is independently graduated and is compared to the preoperatively evaluated radiological graduation of the calcification extent.

Results

In total, 205 patients (146 male, aged 22-77 (mean age 55) were evaluated for kidney transplantations in the period from 2008 until 2011. 13 (6.3%) patients had deceased by the moment of the analysis (in 2014). The evaluation found 7 patients were unsuitable for a kidney transplant. With 54 patients, the evaluation clarified a side for transplantation. On 106 patients a kidney transplant had been performed at the moment of study analysis, with 97 patient files on the exact location of the performed anastomose being available for the analysis. 94 patients received anastomoses at the arteria iliaca externa (AIE) (59 AIE dexter (AIE_d), 35 AIE sinistra (AIE_s)). Three patients received an anastomosis at the arteria iliaca

communis (AIC) (2 AIC dexter (AICd), 1 AIC sinistra (AICs)). We found significant intraoperative macroscopic results for 25 AIEd and 5 AIEs. For the AIEd cases, reflecting a higher number of cases and thus higher analytical relevance, the intraoperative result correlates significantly ($p=0.003$) with the preoperative CT-images.

Conclusion

A native CT in the framework of the RTX-evaluation provides significant results on the extent of calcification of the pelvic vessels, used for anastomosis within the RTX. Those results correlate highly significantly with the palpable and macroscopic results of the vessel calcification in the framework of the RTX. Thanks to the standardized diagnosis, contraindication to the RTX through serious artery calcification can be found preoperatively and can thus prevent operative complications.

Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNGEN	II
ZUSAMMENFASSUNG	III
ABSTRACT	V
INHALTSVERZEICHNIS	VII
GLOSSAR UND ABKÜRZUNGEN	IX
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	X
TABELLENVERZEICHNIS	XI
1 EINLEITUNG	1
1.1 KLINISCHE GRUNDLAGEN	1
1.1.1 NIERENTRANSPANTATION	1
1.1.1.1 Indikationen	3
1.1.1.2 Kontraindikationen	3
1.1.1.3 Präoperative Evaluierung	5
1.1.1.4 Chirurgisches Vorgehen	6
1.1.1.5 Komplikationen	8
1.1.1.6 Immunsuppression	9
1.1.2 GEFÄßVERKALKUNG	10
1.1.2.1 Atherosklerose	13
1.1.2.2 Mediasklerose	14
1.1.2.3 Chronische Nierenerkrankung und Arteriosklerose	14
2 MATERIAL UND METHODEN	16
2.1 PRÄOPERATIVE EVALUIERUNG	16
2.1.1 RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG	16
2.1.2 ANAMNESE	20
2.1.3 KLINISCHE UNTERSUCHUNG	20
2.2 STATISTIK/ AUSWERTUNG	20
3 ERGEBNISSE / RESULTATE	22
3.1 DESKRIPTIVE STATISTIK	22
3.1.1 MULTIVARIABLEN	22
3.1.1.1 Geschlechts- und Altersverteilung	22
3.1.1.2 Body-Mass-Index	23
3.1.1.3 Diabetes mellitus	23
3.1.1.4 Dialysedauer	24
3.1.1.5 Transplantationsanzahl	24
3.1.1.6 Leistenpulse	25
3.1.1.7 Grunderkrankung	26
3.1.1.8 Empfehlung zur operativen Gefäßwahl	28
3.1.2 VERKALKUNGSGRAD	30
3.1.2.1 Verkalkung der Einzelnen Gefäßabschnitte	31
3.1.3 STATTGEFUNDENE NTX	34
3.1.3.1 Intraoperativer makroskopischer Verkalkungsbefund	34
3.2 ANALYTISCHE STATISTIK	36
3.2.1 ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DEM PRÄ- UND INTRAOPERATIVEM VERKALKUNGSGRAD	36
3.2.2 NEBENZIELGRÖßEN: MULTIVARIABLEN UND VERKALKUNGSGRAD	39

3.2.2.1 Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen bei Männer und Frauen, bei denen eine Nierentransplantation möglich ist	39
3.2.2.2 Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen bei älteren und jüngeren PatientInnen, bei denen eine Nierentransplantation möglich ist	39
3.2.2.3 Jüngere Männer/bzw. ältere Männer und jüngere Frauen/bzw. ältere Frauen, die sich für eine NTX evaluieren ließen, unterscheiden sich nicht im Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen	40
3.2.2.4 Regressionsanalyse: Gesamtverkalkung (ohne AO) mit diversen Risikofaktoren (univariante Modelle)	42
3.2.2.5 Zusammenhang zwischen Dialysedauer und Gesamtverkalkung (ohne AO).	44
3.2.2.6 Verkalkungsmuster in den untersuchten Gefäßabschnitten	45
4 DISKUSSION	46
4.1 EVALUIERUNG	46
4.2 VERGLEICH MIT ANDEREN STUDIEN	48
4.3 ERGEBNISSE	49
4.3.1 MEDIASKLEROSE/GEFÄßVERKALKUNG UND RISIKOFAKTOREN	49
4.4 FAZIT	50
LITERATURVERZEICHNIS	51
ANHANG – EVALUIERUNGSBOGEN	54

Glossar und Abkürzungen

A- Arteria

ABI- Ankle-Brachial-Index

AIC- A. iliaca communis

AICd- A. iliaca communis dextra

AICs- A. iliaca communis sinistra

AII- A. iliaca interna

AIE- A. iliaca externa

AIEd- A. iliaca externa dextra

AIEs- A. iliaca externa sinistra

AO- Aorta abdominalis

BMI- Body-Mass-Index

CT- Computer Tomographie

CTA- Computer Tomographische Angiographie

MRT- Magnetresonanztomographie

NET- Nierenersatztherapie

NTX- Nierentransplantation

PTA- Perkutane transluminale Angioplastie

ÖBIG - Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen

ÖDTR- Österreichisches Dialyse- und Transplantationsregister

TX- Transplantation

V- Vena

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Anastomosen nach NTX (8)	7
Abbildung 2 Gefäßschichten (14)	10
Abbildung 3 Schematische Darstellung von oben genannten pathophysiologischen Mechanismen die im Zusammenhang mit der Gefäßverkalkung stehen (15)	12
Abbildung 4 Mechanismus zur Gefäßverkalkung bei terminalem Nierenversagen (2)	15
Abbildung 5 CT-Bild Verkalkungsgrad 0 (27)	17
Abbildung 6 CT-Bild Verkalkungsgrad 1 (27)	18
Abbildung 7 CT-Bild Verkalkungsgrad 2 (27)	18
Abbildung 8 CT-Bild Verkalkungsgrad 3 (27)	19
Abbildung 9 Geschlechter in Altersklassen	22
Abbildung 10 BMI Verteilung	23
Abbildung 11 Pulsqualität; x-Achse=N (PatientInnen Anzahl)	25
Abbildung 12 kategorisierte Grunderkrankungen	26
Abbildung 13 genauere Einteilung der Grunderkrankungen	27
Abbildung 14 Empfehlung zur operativen Gefäßwahl; y-Achse= N (PatientInnenanzahl)	28
Abbildung 15 Gründe für Seitenempfehlung	28
Abbildung 16 Verkalkung der einzelnen Abschnitte im Überblick mit Gesamtverkalkung; y-Achse= Verkalkungsgrad; x-Achse= Gefäßabschnitte	30
Abbildung 17 Kalzifizierung der distale Bauchaorta; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)	31
Abbildung 18 Kalzifizierung AIC; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)	32
Abbildung 19 Kalzifizierung AIE; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)	33
Abbildung 20 Anastomoseort der Graftniere; y-Achse=N (PatientInnenanzahl)	34
Abbildung 21 Intraoperative Verkalkung – alle Graduierungen; x-Achse= N (PatientInnenanzahl)	35
Abbildung 22 Verkalkungsverteilung präoperativ (links)/ Intraoperativ (rechts) Sicherheitsinfo: mittel + sicher AIEd; y-Achse=Verkalkungsgrad	37
Abbildung 23 Verkalkungsverteilung Präoperativ (links)/ Intraoperativ (rechts) mit der Sicherheitsinfo mittel + sicher AIEs; y-Achse= Verkalkungsgrad	37
Abbildung 24 Verkalkungsverteilung präoperativ (rechts)/ intraoperativ (links) Sicherheitsinfo: sicher AIEd; y-Achse=Verkalkungsgrad	38
Abbildung 25 Verkalkung AIC (links)/ AIE (rechts) (dexter und sinistra sind zusammen gefasst); y-Achse= Verkalkungsgrad	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 NET in Österreich Punktprävalenz vom 31.12.2012 gruppiert nach Therapieverfahren (3)	2
Tabelle 2 Warteliste 31.12.2013 Anzahl der aktiv Wartenden (5)	2
Tabelle 3 Chirurgische Komplikationen (12)	8
Tabelle 4 Geschlechts und Altersverteilung	22
Tabelle 5 Diabetes mellitus	23
Tabelle 6 Transplantationsanzahl	24
Tabelle 7 Verkalkungsgrad Vergleich AIEd und AIEs präoperativ/intraoperativ Sicherheitsinfo: mittel + sicher	36
Tabelle 8 Verkalkungsgrad Vergleich AIEd und AIEs präoperativ/intraoperativ Sicherheitsinfo: sicher	38
Tabelle 9 Geschlecht und Verkalkung	39
Tabelle 10 Alter und Verkalkung	39
Tabelle 11 Gruppenvergleich bezüglich des Alters (kategorisiert) und Geschlechts.	40
Tabelle 12 Regressionsanalyse Gesamtverkalkung/ Risikofaktoren von gesamten PatientInnengut	42
Tabelle 13 Regressionsanalyse von Gesamtverkalkung/ Risikofaktoren der Teilstichprobe (nur PatientInnen mit Ersttransplantation)	43
Tabelle 14 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Diabetes mellitus	43
Tabelle 15 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Dialysedauer (Untersuchungsdatum)	43
Tabelle 16 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Dialysedauer (CT-Datum)	44
Tabelle 17 Zusammenhang Dialysedauer/ Verkalkung	44
Tabelle 18 Verkalkungsausmaß AIC und AIE im Vergleich	45

1 Einleitung

Da PatientInnen die sich für eine Nierentransplantation listen lassen immer älter werden und auch die terminale Niereninsuffizienz mit langer Dialysezeit Risiken für eine Gefäßverkalkung bringt, ist es wichtig in der präoperativen Evaluierung einen Blick auf den Gefäßzustand in der Beckenregion, in der die Graftniere anastomosiert wird, zu werfen (1,2).

1.1 Klinische Grundlagen

1.1.1 Nierentransplantation

Obwohl der jährliche Zuwachs an PatientInnen, welche mit einer Dialyse neu beginnen, seit 2006 leicht zurück gegangen ist, waren es doch im Jahresbericht von 2013 des „Österreichischen Dialyse- und Transplantationsregister“ (ÖDTR) rund 1166 neue chronische DialysepatientInnen, mit einem terminalen Nierenversagen, welche in dem selben Jahr dialysepflichtig wurden und auf eine Hämodialyse(1083) oder auf eine Peritonealdialyse(112) angewiesen waren (3).

Die Prävalenz der chronischen DialysepatientInnen nimmt hingegen stetig zu. Am 31.12.2013 waren in Österreich insgesamt 4394 PatientInnen in Behandlung (davon 423 an einer Peritonealdialyse), wohingegen es am 31.12.2004 noch 3585 PatientInnen waren (3).

Betrachtet man die folgende Tabelle, welche vom „Österreichischen Bundesinstitut für Gesundheitswesen“ (ÖBIG) aus den Daten des Jahresbericht 2012 des ÖDTR erfasst wurde, so sieht man die Punktprävalenz vom 31.12.2012 der PatientInnen mit einer Nierenersatztherapie (NET). Zur NET zählen sowohl die funktionierenden Nierentransplantate als auch die Häm- und Peritonealdialyse. Hierbei fällt auf, dass knapp über die Hälfte aller PatientInnen, in Österreich, die auf eine NET angewiesen sind, bereits ein funktionierendes Nierentransplantat haben (3).

Tabelle 1 NET in Österreich Punktprävalenz vom 31.12.2012 gruppiert nach Therapieverfahren (3)

Patientenherkunft	NET-Patienten gesamt	Patienten mit funktion- nierendem Transplantat	Patienten an Peritoneal- dialyse	Patienten an Hämodialyse	Anteil Patienten mit funktion- nierendem Transplantat
Burgenland	850	468	21	361	55 %
Kärnten	1.151	504	41	606	44 %
Niederösterreich	940	489	50	401	52 %
Oberösterreich	1.051	545	37	469	52 %
Salzburg	854	455	30	369	53 %
Steiermark	1.079	481	63	535	45 %
Tirol	910	528	21	361	58 %
Vorarlberg	1.154	640	65	449	56 %
Wien	1.085	546	53	486	50 %
Österreich	1.023	517	46	460	51 %

Die Nierentransplantation (NTX) ist eine elektive Therapie, welche die beste Behandlungsstrategie für das terminale Nierenversagen darstellt. Die PatientInnen haben nach NTX eine höhere Lebenserwartung, erlangen wieder eine wesentlich bessere Lebensqualität und auch das Gesundheitssystem profitiert von 10 Mal geringeren Kosten bereits ein Jahr nach der NTX (3, 4).

In Österreich gibt es vier Transplantationszentren: Wien, Innsbruck, Region Linz und Graz in welchen im Jahr 2013 insgesamt 421 NTX durchgeführt wurden. Davon waren 74 Lebendspenden. In Graz waren es 63 Nierentransplantationen, davon 13 Lebendspenden (5).

In Österreich lebten am Stichtag den 31.12.2013 4510 PatientInnen mit einem funktionierenden Nierentransplantat. Es waren jedoch 724 aktiv wartende PatientInnen auf der Österreichischen Warteliste für ein Nierentransplantat. Davon waren 76 in Graz gemeldet.

Tabelle 2 Warteliste 31.12.2013 Anzahl der aktiv Wartenden (5)

Zentrum	Herz	Niere	Leber	Lunge	Pankreas	Warteliste gesamt
Graz	12	76	12		9	109
Innsbruck	15	246	18	21	19	319
Region Linz		131				131
Wien	57	271	34	62	5	429
Summe	84	724	64	83	33	988

1.1.1.1 Indikationen

Die Indikation zu einer lebenslangen Dialyse und in weiterer Folge zu einer Nierentransplantation ist das terminale Nierenversagen. Zu den häufigsten Ursachen des terminalen Nierenversagens zählen die diabetische Nephropathie, die verschiedenen Formen der Glomerulonephritis, sowie die interstitielle und die vaskuläre Nephropathie. Weitere Ursachen können unter anderen Folgen von metabolischen Störungen, hereditäre Erkrankungen und das chronische Nierenversagen als Folge von systemischen Erkrankungen sein (6).

Die erste Nierenersatztherapie ist in der Regel die Hämodialyse oder die Peritonealdialyse. Da diese Therapien jedoch die Nierenfunktion nur partiell ersetzen, können im Dialysebehandlungsverlauf gravierende Folgeerkrankungen wie eine renale Anämie, ein sekundärer Hyperparathyreoidismus mit darauf folgender schwerer Osteoporose, ein arterieller Hypertonus, eine Herzinsuffizienz oder eine Hyperurikämie entstehen (6).

Ebenso hat die Dialyse eine große Auswirkung auf die Lebensqualität. Diese wird durch die Zeitintensivität und die nötige Disziplin dieser Therapie sehr eingeschränkt (6).

Auch das Gesundheitssystem leidet auf Dauer unter den hohen Kosten die eine Dialyse verursacht und strebt daher den Weg zur NTX an (7).

Aus diesen Gründen ist die Nierentransplantation so bald wie möglich nach Eintreten der Dialysepflicht durchzuführen. Die PatientInnen mit einer chronischen Nierenerkrankung sollten am Besten schon vor dem Eintreten des terminalen Nierenversagens und der daraus folgenden Dialysepflicht evaluiert werden (8).

Diverse Studien zeigen einen gesundheitlichen und ökonomischen Vorteil für eine präemptive Nierentransplantation. Diese sollte aber erst durchgeführt werden, wenn die GFR $<20\text{ml/min}/1.73\text{ m}^2$ ist und eine fundierte progressiv fortschreitende Niereninsuffizienz 6-12 Monaten davor bestand (9–11).

1.1.1.2 Kontraindikationen

Die Nierentransplantation soll den/die Patienten/in zu einer besseren Lebensqualität führen. Dazu muss man natürlich immer das Nutzen-Risiko Profil in Augenschein nehmen. Die NTX ist ein großer chirurgischer Eingriff, der wie jede

Operation eine Belastung für den Kreislauf darstellt und mehrere peri- und postoperative Risiken, auch durch die Narkose, mit sich bringt.

Ebenso kann die Nachversorgung eines Transplantates mittels Immunsuppression von vornherein eine Kontraindikation für den/die Patienten/in darstellen.

Um diese Risiken gering zu halten muss man jeden/jede Patienten/in individuell betrachten und evaluieren. Es gibt zahlreiche Kontraindikationen, welche gegen eine NTX sprechen, da sie die Operation erschweren, das Abstoßungsrisiko der Graftniere erhöhen und die Immunsuppression für den/die Patienten/in unmöglich machen.

Zu den klassischen Kontraindikationen einer Nierentransplantation zählen:

1. Schwere Infektionen, Pneumonie, Sepsis, Multiorganversagen; Zum Zeitpunkt der Transplantation sollte der/die PatientIn auch keine aktive virale, bakterielle oder mykotische Infektion haben.
2. Metastasierte maligne Erkrankungen; TransplantationskandidatInnen mit einem malignen Geschehen in der Vergangenheit sollten tumorfrei sein und es muss eine definierte Zeit zwischen der erfolgreichen Therapie und der Transplantation verstrichen sein.
3. Fortgeschrittene Kardiopulmonale Erkrankungen.
4. HIV/AIDS; wobei mittlerweile, wenn die antiretrovirale Therapie gut eingestellt ist und die Krankheit stabil ist, auch Ausnahmen hinsichtlich einer Transplantation gemacht werden.
5. Manifeste Alkoholkrankheit oder Drogenabusus.
6. Kognitive und Mentale Krankheiten.
7. Die Non-Compliance des/der Patienten/in.
8. Hohes Übergewicht (>30-35 Body-Mass-Index (BMI) – zentrumsabhängig).
9. Periphere Vaskuläre Erkrankungen sind keine absolute Kontraindikation, jedoch erhöhen sie das Sterblichkeitsrisiko.
10. Aktive Magenerkrankungen sollten vor Transplantation abgeheilt sein, ebenso sollte bei Gallensteinen vor der Transplantation eine Cholezystektomie durchgeführt werden (6,8,11).

1.1.1.3 Präoperative Evaluierung

Die präoperative Evaluierung dient zum Ausschluss der möglichen Kontraindikationen der Nierentransplantation. Ebenso sollte im Rahmen dessen ein Blick auf die Psyche des/der Patienten/in geworfen werden und der/die PatientIn über die möglichen Risikofaktoren der Operation und die darauffolgende lebenslangen Immunsuppression und deren Risikofaktoren informiert und aufgeklärt werden. Auch sollten die PatientInnen darüber unterrichtet werden, dass selbst eine erfolgreiche NTX nicht für immer anhalten kann und ein Rückkehr an die Dialyse möglich ist (8).

1. Routineuntersuchungen:
 - a. PatientInnengeschichte und körperliche Untersuchung (Status)
 - b. Laboruntersuchung inklusive immunologischer Status
2. Untersuchung von spezifischen Transplantationsrisikofaktoren
 - a. Kardiovaskuläre Erkrankung
 - b. Zerebrovaskuläre Erkrankung und periphere Durchblutungsstörungen
 - c. Malignome
 - d. Infektionen
 - e. Gastrointestinale Erkrankungen
 - i. Divertikulitis
 - ii. Peptitulus
 - iii. Cholelithiasis
 - iv. Pancreatitis
 - f. Lungenerkrankungen
 - g. Urologische Untersuchung
 - h. Knochenhaushalt
 - i. Gerinnungsfaktoren
3. Untersuchung von verschiedenen Risikofaktoren bei spezifischen PatientInnengruppen
 - a. Hohes Alter
 - b. Übergewicht
 - c. PatientInnen mit hoch empfindlichem Immunsystem
 - d. Bereits transplantierte PatientInnen

- e. KandidatInnen für Doppelorgantransplantation
- 4. Alle PatientInnen sollten vor der NTX psychosozial evaluiert werden um psychologische Erkrankungen, kognitive Einschränkungen, Drogen oder Alkoholabusus, welche zu einer Non-Compliance führen könnten, auszuschließen (8).

Hohes Alter per se stellt keine Kontraindikation für eine Nierentransplantation dar. Relevant sind das biologische Alter und die entsprechenden Komorbiditäten der PatientInnen.

1.1.1.4 Chirurgisches Vorgehen

Der Standardzugang für adulte Nierentransplantationen ist ein obliquer, in der Mittellinie nach lateral und superior gebogener Schnitt der von der Symphyse zum Leistenkamm reicht. Die Beckenseite für die Transplantation kann nach drei Zugangswegen gewählt werden:

1. Immer die rechte Beckenseite des/der Patienten/in ohne darauf zu achten, welche Seite die Spenderniere hat, da die Anatomie der Iliacalvenen rechts die Operation erleichtert.
2. Die kontralaterale Beckenseite zur Spenderniere, wenn die Aa. hypogastricae für die Anastomose verwendet werden.
3. Die ipsilaterale Beckenseite zur Spenderniere, wenn an die Aa. iliaca externae anastomosiert wird. Dies vermindert das abknicken der Gefäße (8).

Bei einer Zweittransplantation wird die Graftnieren auf der kontralateralen Seite zur ersten Operation transplantiert. Bei weiteren Transplantationen muss die Seite in Anbetracht unterschiedlicher Faktoren diskutiert werden und die Gefäße sollten weiter proximal verwendet werden (8).

Gefäßanastomosen

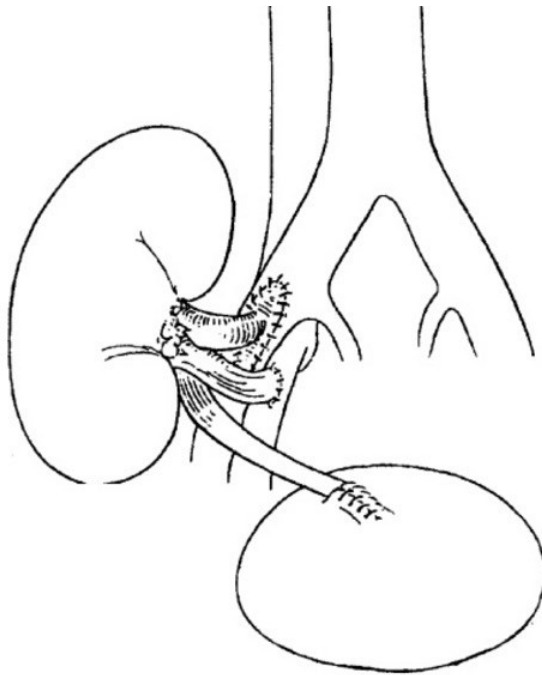


Abbildung 1 Anastomosen nach NTX (8)

In der Regel wird die Venenanastomose zuerst durchgeführt um die Ischämiezeit des Beines kurz zu halten. Die größte Nierenvene wird an die V. iliaca ext. anastomosiert.

Die Nierenarterie wird entweder End-zu-Seit an die A. iliaca externa oder End-zu-End an die A. hypogastrica anastomosiert. Bei einer Leichenspende wird ein Stück Aorta mitpräpariert (sog. *Carrel patch*) was eine End-zu-Seit-Anastomose stark erleichtert.

Der Ureter der Spenderniere wird entweder direkt an die Blase anastomosiert oder an den ipsilateralen nativen Ureter. Hierbei wird die Blase bevorzugt. Ein Antireflux Mechanismus ist wichtig um in Folge eine Pyelonephritis zu vermeiden.

Postoperativ ist es wichtig eine hohe Diurese durch Infusionstherapie und ggf. Diuretika Gabe beim/bei der Patienten/in zu erlangen. Der/die PatientIn sollte nicht hypovoläm werden (8).

1.1.1.5 Komplikationen

Die folgende Tabelle zeigt die chirurgische Komplikationsrate aus der Studie „Risk Factors for Surgical Complications After Renal Transplantation and Impact on Patient and Graft Survival“ von P. Pillot. In der Studie wurden nach 200 NTX die Komplikationsraten untersucht. 49 PatientInnen hatten 66 chirurgische Komplikationen, welche nach der Clavien-Klassifikation beurteilt wurden.

Am häufigsten, bei insgesamt 34 PatientInnen der Studie, kamen einfache Blasenirritationen vor. Eine Ureterobstruktion trat bei 14 PatientInnen auf und war somit die zweithäufigste Komplikation (12).

Tabelle 3 Chirurgische Komplikationen (12)

Surgical Complications	n	%	Clavien-Dindo				
			I	II	IIIa	IIIb	IVa
Vascular	20	10					
Hematoma	5	2.5				5	
Hemorrhage	4	2				2	2
Artery thrombosis	1	0.5					1
Aartery stenosis	8	4			6	1	1
Venous thrombosis	2	1	1				1
Urologic	23	11.5					
Ureteral obstruction	14	7			5	8	1
Leaks	2	1			1	1	
Reflux	1	0.5				1	
Ureteral stent complications	6	3			6		
Hematuria							1
Bladder irrigation	34	17					
Endoscopic procedure	5					5	
Wound complications	16	8					
Lymphocele	11	5.5			2	9	
Lymphorrhea	1	0.5				1	
Wound dehiscence	4	2		2		2	
Neurologic							
Nervous compression	2	1		2			
Re-operation in the month after renal transplantation	22	11			3	14	5

1.1.1.6 Immunsuppression

Nach den KDIGO (Kidney disease | improving global outcomes) Leitlinien seien hier nur kurz die Immunsuppressionsempfehlungen für PatientInnen nach NTX beschrieben.

Im Allgemeinen teilt man die Immunsuppression in verschiedenen Stadien ein.

1.1.1.6.1 Induktionstherapie

Die Induktionstherapie hat die Dauer von circa einer Woche und sollte bereits vor oder während der NTX begonnen werden und aus einer Zusammensetzung aus verschiedenen Medikamenten bestehen. KDIGO empfiehlt hierfür ein „biological“ und einen Interleukin (IL)-2-Rezeptorantagonisten. Bei PatientInnen mit einem hohen immunologischen Risiko wird nahe gelegt, lymphozytendepletierende Medikamente den IL-2-Rezeptorantagonisten vorzuziehen. (13)

1.1.1.6.2 Initiale Erhaltungstherapie

Für die initiale Erhaltungstherapie wird ebenfalls empfohlen eine Kombination aus mehreren immunsuppressiven Medikamenten einzusetzen. Hier sollte die Therapie aus einem Calcineurininhibitor (1. Wahl=Tacrolimus) und einem Proliferationshemmer (1.Wahl=Mycophenolat), mit oder ohne Steroid, bestehen. Tacrolimus und Ciclosporin sollten nach den KDIGO-Leitlinien bereits vor oder während der Transplantation verabreicht werden. Bei PatientInnen mit einem geringen immunologischen Risiko kann das Steroid bereits in der ersten Woche nach der Nierentransplantation abgesetzt werden. Wenn mTOR-Inhibitoren zum Einsatz kommen sollte dies erst nach Einsetzen der Transplantatfunktion und nach Abschluss der Wundheilung geschehen.

1.1.1.6.3 Langzeit-Erhaltungstherapie

Die Langzeit-Erhaltungstherapie strebt nach 2 bis 4 Monaten die möglichst niedrigsten Dosierungen an, sofern keine akute Abstoßungstherapie stattgefunden hat. Calcineurininhibitoren sollten nicht abgesetzt werden, genauso wie Prednison wenn es länger als eine Woche nach Transplantation verabreicht wurde (13).

1.1.2 Gefäßverkalkung

Bei der Gefäßverkalkung handelt es sich um eine Krankheit der Arterien und deren Schichten, bei der es zu Kalkablagerungen in der Tunica Intima oder auch der Tunica Media kommen kann.

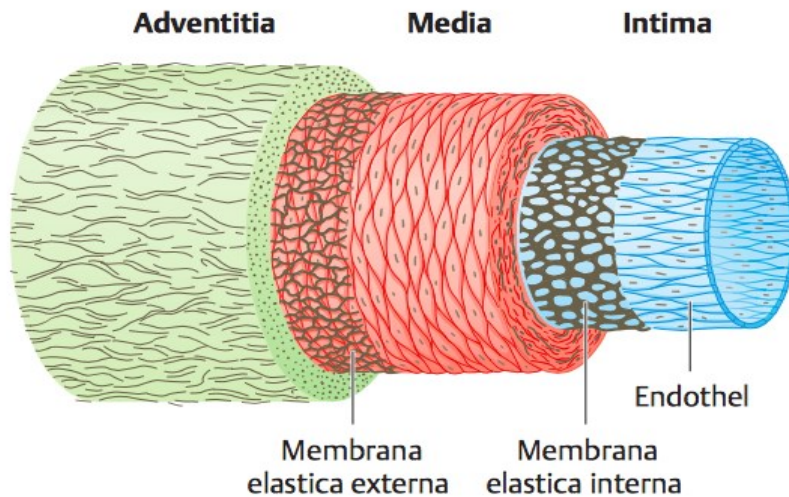


Abbildung 2 Gefäßschichten (14)

Der genaue Pathomechanismus der Entstehung der Gefäßverkalkung ist noch nicht ganz verstanden. Man kann jedoch sagen, dass die Gefäßverkalkung eine pathologische Rückantwort auf toxische Substanzen, wie metabolische Abfallstoffe und Entzündungszellen ist (15).

Kalzium spielt bei der Entstehung von Kalk in den Gefäßwänden eine gesonderte Rolle. Es ist für den Körper ein wichtiges Ion, welches in vielen verschiedenen Stoffwechselwegen, wie der Thrombosekaskade, der Regulierung der Herzkontraktilität und der Herzfrequenz, als Neurotransmitter oder im endokrinen System, von Nöten ist, paradoxerweise aber auch in der Entstehung von der Gefäßverkalkung (15).

Es gibt verschiedene Ansätze, welche die Entstehung der Kalkablagerungen in der Gefäßwand erklären. Aus pathomorphologischer Sicht kann man 4 verschiedene Typen auf Basis der Lage und der Gestalt der Verkalkung charakterisieren (16).

1. Eine passive Form der Verkalkung durch einen krankhaften Calcium- und Phosphathaushalt, bei der man eine weitverbreitete Verkalkung in nichtspezifischen Organen und dem Weichteilgewebe finden kann.

Die folgenden drei Typen sind aktive Verkalkungsformen, welche nicht unbedingt im Zusammenhang mit einem pathologischen Kalzium und Phosphathaushalt stehen müssen.

2. Die Verkalkung der Herzklappen.
3. Die klassische Atherosklerose, welche in der Tunica Intima der Arterienwand stattfindet, ist assoziiert mit atherosklerotischen Plaques und hängt mit Makrophagen, einem erhöhten Lipoproteingehalt und einem Defekt und daraus resultierenden Entzündungsprozess in den glatten Gefäßmuskelzellen zusammen.
4. Die Mönckeberg-Sklerose, welche in der Tunica Media der Arterienwand stattfindet, resultiert aus der Mineralisierung der Elastinfasern, der Degeneration der glatten Gefäßmuskelzellen und der Hochregulierung des Knochenhaushaltes, wie es bei PatientInnen mit einer chronischen Nierenerkrankung oder bei PatientInnen mit Diabetes mellitus der Fall ist (15,16).

Zu einem grundlegenden pathophysiologischen Mechanismus der Verkalkung der Gefäßwand führen:

- Eine Erhöhung des Serumkalziums und des Phosphatlevels
- Eine Induktion der Osteosynthese
- Eine inadäquate Induktion der Mineralisationsprozesse
- Die Migration und Differenzierung der Makrophagen und der glatten Gefäßmuskelzellen zu Osteoklast-like-cells (15)

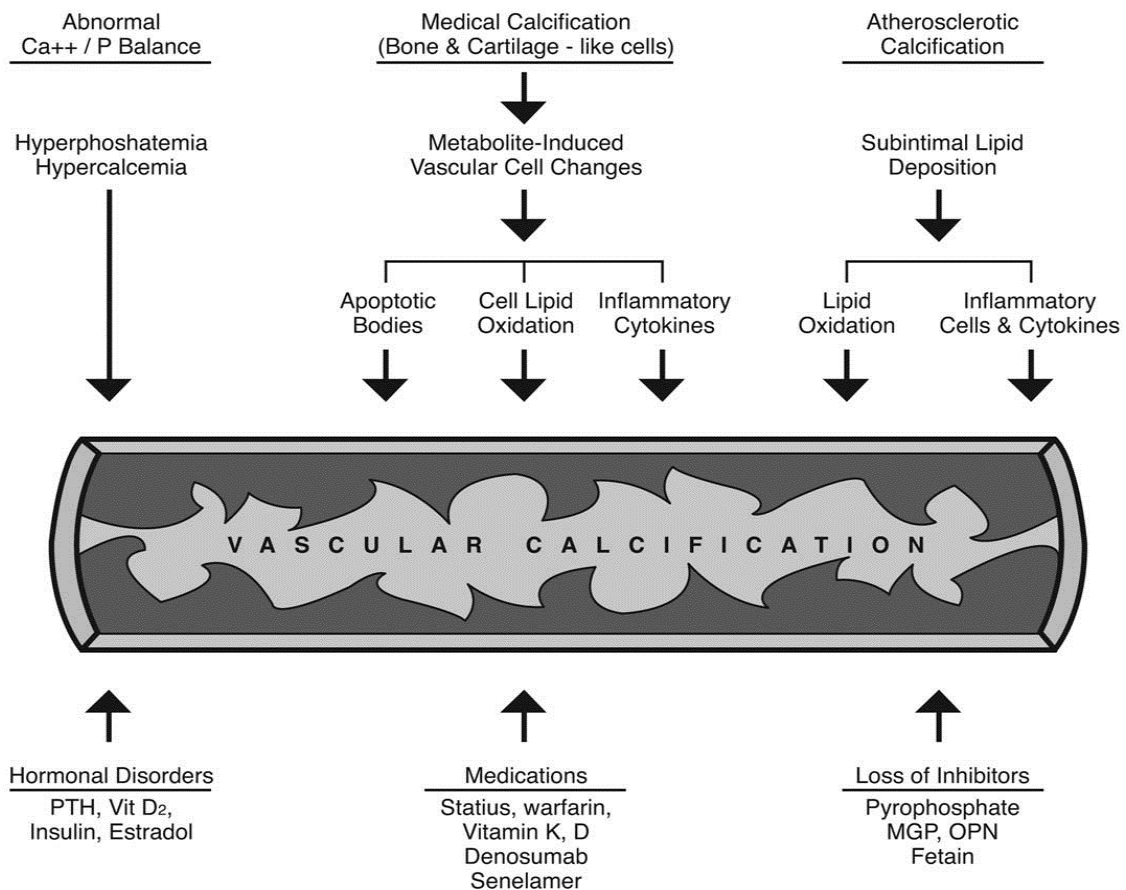


Abbildung 3 Schematische Darstellung von oben genannten pathophysiologischen Mechanismen die im Zusammenhang mit der Gefäßverkalkung stehen (15)

Die Gefäßverkalkung ist ein komplexer aktiver Prozess, bei dem Regulationsenzyme, die mit dem Knochen Um- und Aufbau zusammenhängen, eine Rolle spielen und zu einer Verknöcherung des Gefäßsystems führen (2).

Sowohl Verkalkungen der Tunica Intima als auch der Tunica Media stehen im Zusammenhang mit einer erhöhten Mortalität, wobei die Verkalkung der Intima enger mit kardiovaskulären Ereignissen sowie der kardiovaskulären Mortalität in Verbindung gebracht wird (17).

1.1.2.1 Atherosklerose

Die Atherosklerose ist die führende Ursache für Tod und Behinderung in der industrialisierten Welt und wird voraussichtlich 2020 die bedeutendste Rolle für die allgemeine Gesundheit spielen (18). Sie ist eine langsam fortschreitende Arterienerkrankung, bei der die Tunica Intima durch fibröse Einlagerungen verdickt (19).

Die Atherosklerose kann in verschiedenen Gefäßabschnitten auftreten und manifestiert sich so mit unterschiedlichen Erkrankungsbildern und Pathologien. In den Herzkranzgefäßen führt dies zu einem Myokardinfarkt oder einer Angina Pectoris Symptomatik.

Wenn die Atherosklerose in den hirnversorgenden Arterien vorkommt, so manifestiert sich ein Schlaganfall oder eine transischämische Attacke (TIA).

Sind die peripheren Arterien von der Atherosklerose betroffen so klagen die PatientInnen über eine Claudicatio intermittens, was in den Extremitäten ein Bild der peripheren Arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) ist. In den viszeralen Gefäßen kann es zu einer mesenterialen Ischämie kommen.

Findet man die Atherosklerose in der Tunica Intima der Aorta, so entstehen Ektasien und Aneurysmen (18).

Gerade die Kardiovaskulären Erkrankungen auf Basis der Atherosklerose führen die Liste der Mortalität weltweit an. Hohes Alter, Hyperlipidämie, arterieller Bluthochdruck, Rauchen, Diabetes mellitus und familiäre Disposition spielen als die bekanntesten Risikofaktoren eine große Rolle, wobei hohes Alter und arterieller Bluthochdruck die wichtigsten Risikofaktoren für die systemische Atherosklerose sind (15,20).

Das erste sichtbare Zeichen einer Atherosklerose sind sogenannte „fatty streaks“ welche sich bereits im Kindesalter zeigen. Es sind Anhäufungen von Schaumzellen (große, fetthaltige Zellen) in der Tunica Intima. Nach der „Response-to-Injury-Hypothese“ bilden sich durch Endothelverletzungen weiterführend fibröse Plaques oder Atherome, welche die Atherosklerose klinisch manifest machen. Ein Plaque ist eine Ansammlung von Monozyten, Makrophagen, Schaumzellen, T-Lymphozyten, Bindegewebe, sowie von Gewebstrümmern und Cholesterinkristallen (19).

Erst im fortgeschrittenen Stadium der Atherosklerose kommt es zu Verkalkung indem die atherosklerostischen Plaques in der Tunica Intima Kalzium einlagern

und weiter zur Versteifung der betroffenen Gefäße führen. Dabei werden spezielle kalziumbindende Proteine, welche üblicherweise in Knochen vorkommen, gefunden und damit assoziiert (21).

1.1.2.2 Mediasklerose

Bei der Mediaverkalkung vom Typ Mönckeberg lagert sich Kalk im Bereich der Tunica Media der Arterien ab und nicht in der Tunica Intima, wie es im Spätstadium der Atherosklerose der Fall ist. Es kommt üblicherweise nicht zu einer Lumeneinengung der Arterien. Die Mediaverkalkung hat in den großen muskulären Arterien eher ein spangenförmiges Bild und erinnert an eine Luftröhre, weshalb sie auch als „Gänsegurgelartig“ bezeichnet wird (22).

Man findet die Mediasklerose vor allem in der unteren Abdominalregion, in den Arterien des Genitaltraktes und den muskulären Arterien der Extremitäten, (hauptsächlich den Femoralarterien) (2,15).

Die Mediaverkalkung tritt im Zusammenhang mit Alter, Diabetes mellitus, chronischer Nierenerkrankung und Störungen im Kalziumstoffwechsel auf (2,22).

Sie steht in Relation mit einem erhöhten Serumkalzium, erhöhten Phosphatwerten und einer hohen Vitamin D Konzentrationen. Im Kontrast zur Intimaverkalkung hängt die Mediaverkalkung nicht mit einem erhöhten Lipoproteingehalt zusammen. Die Mediaverkalkung reduziert die Dehnbarkeit der Arterien und führt zu Gefäßverhärtung (2).

1.1.2.3 Chronische Nierenerkrankung und Arteriosklerose

Chronische Nierenerkrankungen führen nachweislich zu Arteriosklerose und somit auch zu kardiovaskulären Erkrankungen. DialysepatientInnen haben ein 2-5 mal höheres Risiko für Verkalkungen in den Koronararterien und das Kardiovaskuläre Mortalitätsrisiko bei PatientInnen mit Nierenversagen ist auf das 5-10 Fache im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöht (2,23).

Ein wichtiger Risikofaktor für die Kardiovaskuläre Mortalität bei PatientInnen mit Nierenversagen ist die Arteriosklerose mit erhöhten Kalziumablagerungen in den Gefäßgeweben, welche sowohl die Arterien als auch die Herzklappen sowie das Herz selbst einschließt (2). Kardiovaskuläre Erkrankungen sind die Haupttodesursache von DialysepatientInnen (24).

Es ist also für einen/eine Dialysepatienten/in wahrscheinlicher an einem Kardiovaskulären Ereignis zu sterben, als an dem Endstadium des Nierenversagens (25).

Das Mortalitätsrisiko ist bei DialysepatientInnen 10 bis 30 Mal Höher als bei einer vergleichbaren Normalbevölkerung (23).

PatientInnen mit Nierenversagen können sowohl Verkalkungen der Tunica Intima als auch der Tunica Media vorweisen, wobei die Mediasklerose vom Typ Mönckeberg die klassische und weit verbreitete Form ist (26).

Zusammengefasst kann man sagen, dass DialysepatientInnen eine hohe Prävalenz für Gefäßverkalkungen zeigen, welche die Hauptursache für die erhöhte Kardiovaskuläre Mortalität in dieser Gruppe sind. Dazu tragen nicht nur die erhöhten Kalzium und Phosphatwerte bei, sondern auch aktive Prozesse wie die Apoptose der glatten Gefäßmuskelzellen, ein Ungleichgewicht zwischen Inhibitoren und Aktivatoren und die Differenzialisierung von den kontraktile glatten Gefäßmuskelzellen hin zu starren knochenknorpelähnlichen Phänotypen (2). Da die Mediasklerose an sich noch nicht therapierbar ist, wird der Fokus auf die Behandlung ihrer Risikofaktoren gelegt (24).

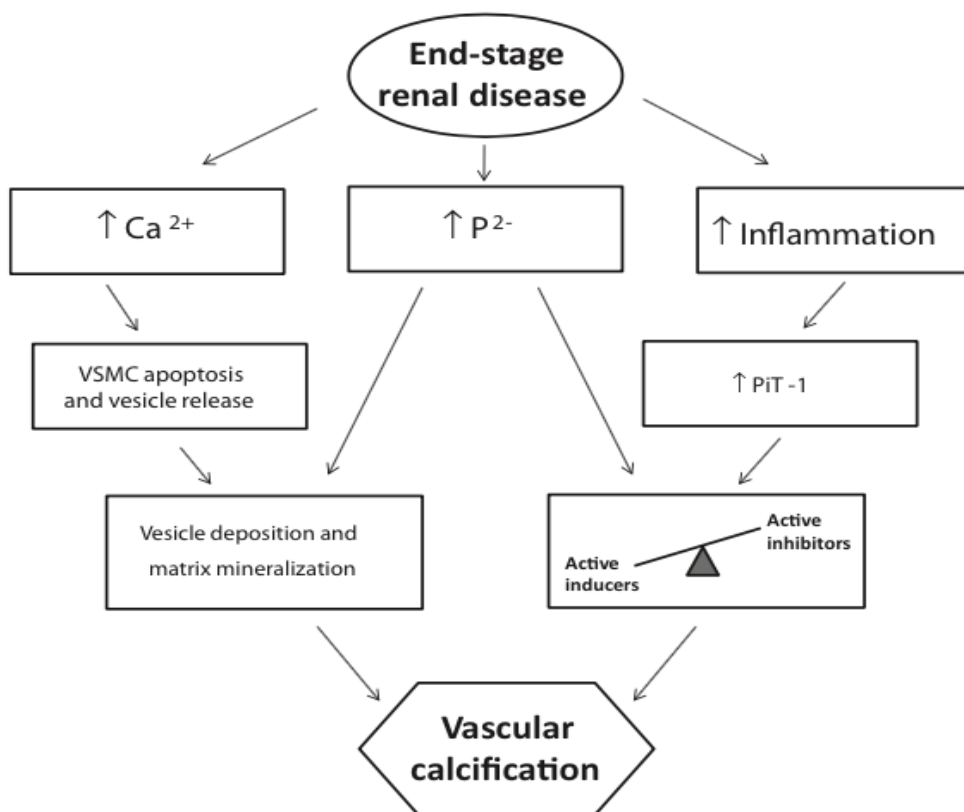


Abbildung 4 Mechanismus zur Gefäßverkalkung bei terminalem Nierenversagen (2)

2 Material und Methoden

Es handelt sich um eine retrospektive Studie, welche alle PatientInnen einschließt, die in dem Zeitraum von Jänner 2008 bis Dezember 2011 an einer standardisierten präoperativen Untersuchung an der Abteilung für Transplantationschirurgie der Universitätsklinik für Chirurgie, Medizinische Universität Graz, zur Evaluierung für eine Nierentransplantation teilgenommen haben.

In der Abteilung für Transplantationschirurgie wurde im Jahr 2004 ein standardisiertes Konzept einer präoperativen NTX-Evaluierung etabliert, welches seitdem obligat durchgeführt wird.

Die Evaluierung beinhaltet folgende Untersuchungen:

- Anamnese
- Klinische Untersuchung
- Nativ-Computertomographie der Beckenregion

2.1 Präoperative Evaluierung

Evaluierungsbogen siehe Anhang.

2.1.1 Radiologische Untersuchung

Die Radiologische Untersuchung besteht in der Regel aus einem Nativ-CT, welches die Gefäße der Beckenregion zeigt. In seltenen Fällen wird eine MR-Angiographie als notwendig erachtet.

Durch die Beurteilung der radiologischen Bilder findet der Nachweis von Gefäßwandkalk statt. Dies wird in verschiedene Gefäßabschnitte, welche für die mögliche Anastomose in Betracht gezogen werden, getrennt begutachtet.

Gesondertes Augenmerk wird auf die Gefäßabschnitte AIEd und AIEs gelegt, an denen die meisten Spendernieren anastomosiert werden.

- Aorta abdominalis (AO)
- Arteria iliaca communis dextra (AICd)
- A. iliaca communis sinistra (AICs)
- A. iliaca externa dextra (AIEd)
- A. iliaca externa sinistra (AIEs)

Das Ausmaß der Verkalkung wird standardisiert graduiert (0,5er Schritte von 0 bis 3) wobei gilt:

0= kalkfrei

1=gering/ $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Zirkumferenz ist verkalkt

2=mäßig/ $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ der Zirkumferenz ist verkalkt

3=ausgeprägt/zirkuläre Verkalkung

Anhand dieser radiologischen Evaluierung werden Empfehlungen zur operativen Gefäßwahl gegeben. Es kann ebenfalls, bei schweren Verkalkungsfällen (Grad 3), die Anastomose-Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Folgende Abbildungen 5 bis 8 zeigen die Verkalkungsgrade 0 bis 3 in CT-Bildern:

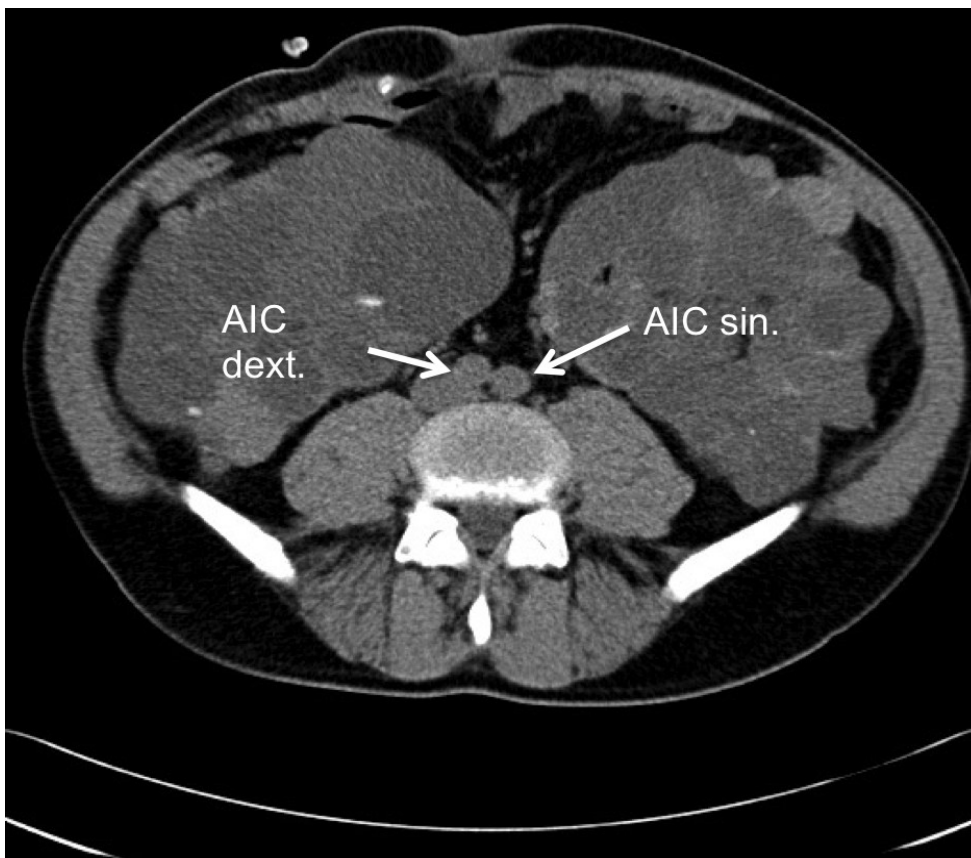


Abbildung 5 CT-Bild Verkalkungsgrad 0 (27)



Abbildung 6 CT-Bild Verkalkungsgrad 1 (27)

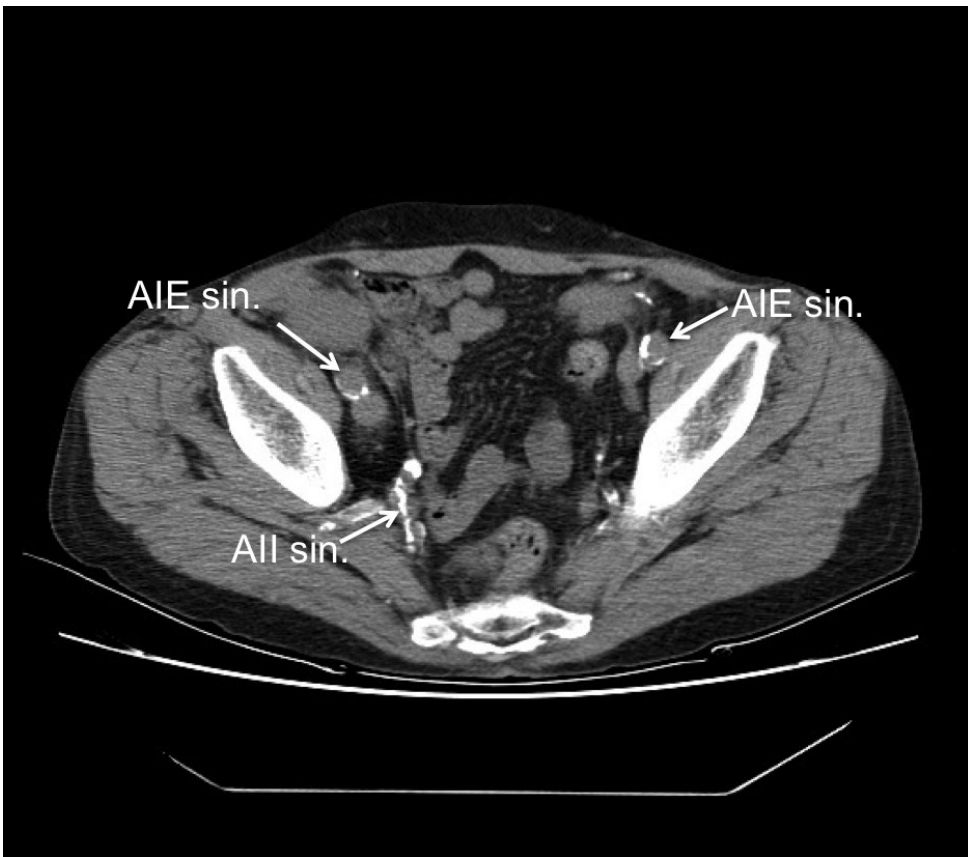


Abbildung 7 CT-Bild Verkalkungsgrad 2 (27)

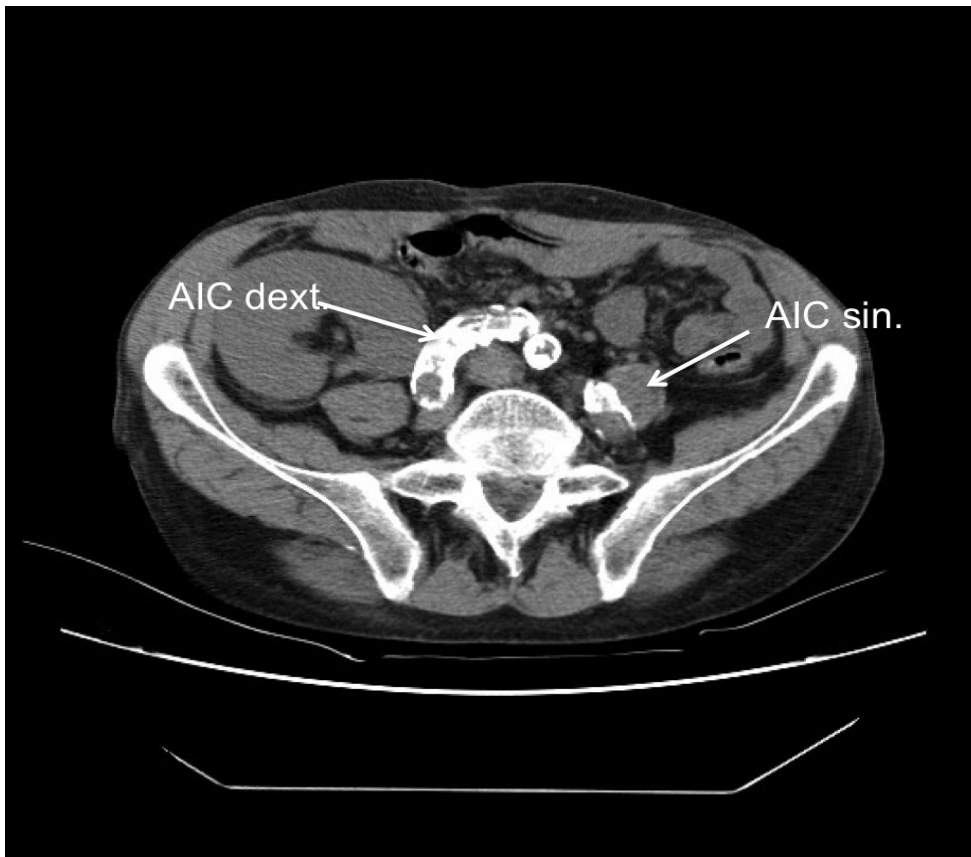


Abbildung 8 CT-Bild Verkalkungsgrad 3 (27)

Neben dem Verkalkungsgrad wurden folgende Parameter erhoben:

- Alter
- Geschlecht
- BMI
- Diabetes mellitus
- Grunderkrankung
- Femoralispuls Qualität rechts und links
- Transplantationsanzahl für den/die Patienten/in
- Empfehlung zur Gefäßseitenwahl für die Anastomose bei NTX
- Empfehlungsgrund für Gefäßseitenwahl
- OP Status (bereits nierentransplantiert oder noch aktiv gelistet)
- OP Ort (Gefäßabschnitt, an den die Graftarterie anstomosiert wird)
- OP Kalk (intraoperative Beurteilung)

2.1.2 Anamnese

Bei der Anamnese werden folgende Daten der TransplantationskandidatInnen erfasst: Die renale Grunderkrankung, seit wann die PatientInnen dialysepflichtig sind und welche Art der Dialyse durchgeführt wird (Hämodialyse, Peritonealdialyse), ob sie einen Diabetes mellitus haben, ob und wenn ja seit wann sie insulinpflichtig sind (Diabetes Typ).

Es wird vermerkt ob die PatientInnen eine Restdiurese haben, ob sie Rauchen oder Alkohol trinken und in welcher Menge.

Die Gehstrecke als Hinweis auf eine Claudicatio intermittens und bestehende Komorbiditäten werden ermittelt.

2.1.3 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung beinhaltet die Messung von Größe und Gewicht des/der Patienten/in, woraus der BMI errechnet wird.

Wenn ein Shunt vorliegt wird dessen Lage untersucht und die Narben von bisher stattgefundenen Operationen inspiziert um einen Überblick auf eventuelle intraabdominelle Vernarbungen zu bekommen.

Ebenso wird die Stärke und die Qualität der Leistenpulse getastet und vermerkt. Dies dient als Hinweis für eine vorliegende Stenose der Beckenarterien.

2.2 Statistik/ Auswertung

Studienplanung und statistische Datenanalyse wurden in Zusammenarbeit mit dem Büro für Biostatistik am Zentrum für Medizinische Grundlagenforschung (ZMF) durchgeführt.

Nullhypothese: Es gibt keine Übereinstimmung zwischen prä- und intraoperativem Verkalkungsgrad

Alternativhypothese: Es gibt eine Übereinstimmung zwischen prä- und intraoperativem Verkalkungsgrad

Zur Prüfung der primären Fragestellung wurde eine Spearman-Rangkorrelation (Alpha 5%, zweiseitig) durchgeführt. Zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen

dem Schweregrad der Verkalkung und kontinuierlichen Nebenzielgrößen wird die Spearman-Rang-Korrelation, beziehungsweise bei dichotomen Nebenzielgrößen die biseriale Rangkorrelation, verwendet. Die Merkmale der Stichprobe wurden zusätzlich deskriptiv ausgewertet. Die Nebenzielgrößen:

- Verkalkung in den einzelnen Gefäßabschnitten (getrennt nach Lokalisationsseite)
- Alter
- Geschlecht
- Diabetes mellitus
- BMI
- Grunderkrankung
- Dialysedauer

wurden nach Überprüfung der relevanten Voraussetzungen in uni- und multivariate Regressionsmodelle integriert. Des Weiteren erfolgten Gruppenvergleiche bezüglich des Alters (kategorisiert) und Geschlechts.

Aufgrund des ordinalen Skalenniveaus hat der Mann Whitney U-Test und der Kruskal Wallis Test als statische Verfahren Anwendung gefunden.

Fallzahlplanung

Bei einer Fallzahl von N=205 Probanden können mit einer Power von über 90% ein Zusammenhang zwischen prä- und intraoperativem Verkalkungsgrad von mindestens $r=0,3$ auf Signifikanz geprüft (Alpha = 0.05, zweiseitig) werden. Die Poweranalyse wurde mit der Software PASS Version 12 durchgeführt.

3 Ergebnisse / Resultate

3.1 Deskriptive Statistik

3.1.1 Multivariablen

3.1.1.1 Geschlechts- und Altersverteilung

Tabelle 4 Geschlechts und Altersverteilung

		n	%
Geschlecht:	weiblich	59	28,2
	männlich	146	71,2
Alter:	bis 55 Jahre	104	50,7
	Älter als 55 Jahre	101	49,3

Von den insgesamt 205 PatientInnen mit terminaler Niereninsuffizienz waren 146 (71,2%) männlich und 59 (28,2%) weiblich. Zum Zeitpunkt der Evaluierung waren die PatientInnen zwischen 22 und 77 Jahre alt. Teilt man die PatientInnen in zwei Altersklassen ein, so waren 101 (49,3%) PatientInnen Älter als 55 Jahre.

Die 55 Jahre als Grenze wurde aus dem Median-Wert aller PatientInnenalter ermittelt.

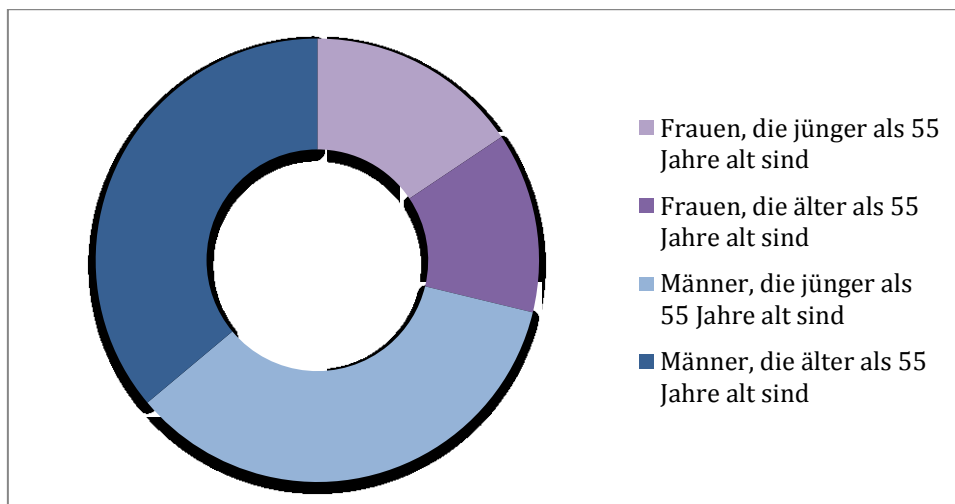


Abbildung 9 Geschlechter in Altersklassen

3.1.1.2 Body-Mass-Index

Betrachtet man den BMI der TransplantationskandidatInnen, welcher bei der Evaluierungsuntersuchung bei 179 PatientInnen ermittelt werden konnte, so lag der Mittelwert bei 26,2.

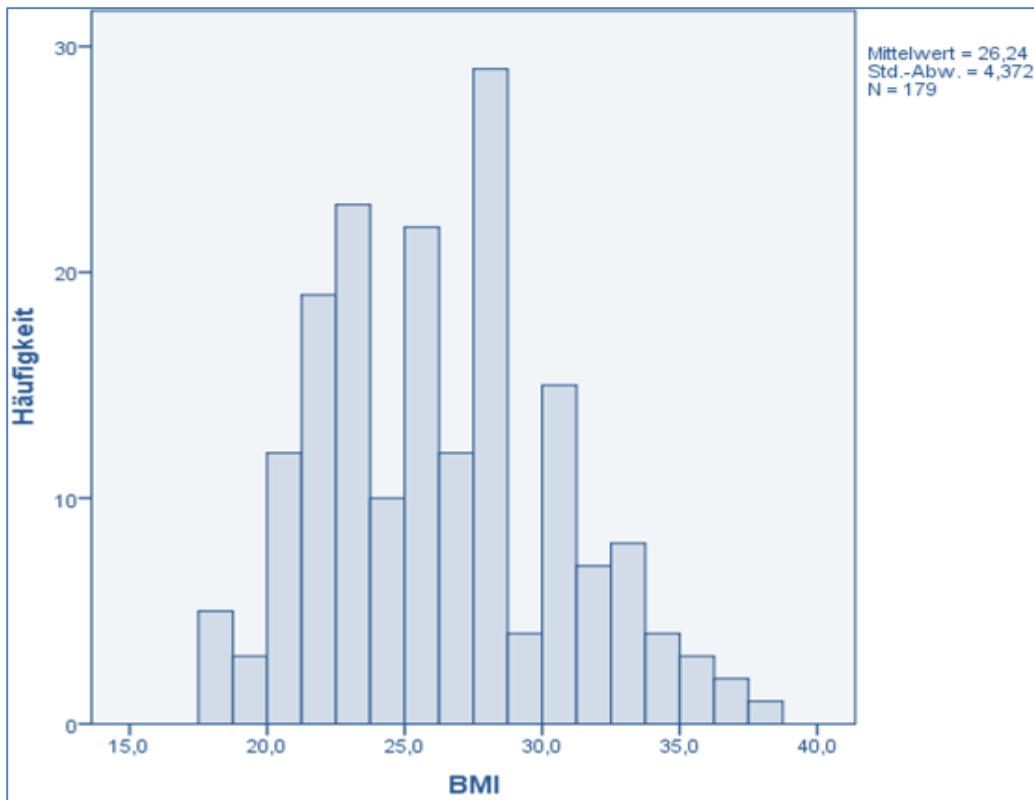


Abbildung 10 BMI Verteilung

3.1.1.3 Diabetes mellitus

48 (23,5%) PatientInnen hatten einen Diabetes mellitus, wobei nur drei (1,5%) PatientInnen an einem juvenilen Typ 1 Diabetes mellitus litten.

Tabelle 5 Diabetes mellitus

	n	%
kein	157	76,6
Juveniler (Typ 1)	3	1,5
Sekundär (Typ 2)	45	22

3.1.1.4 Dialysedauer

Die Dialysedauer wurde von dem Datum der Erstdialyse bis zum CT-Datum und von dem Datum der Erstdialyse bis zum Untersuchungsdatum berechnet.

Es ist sinnvoll für die spätere Auswertung nur die PatientInnen zu wählen, welche sich für eine Ersttransplantation listen ließen, da bei einer Zweit-, Dritt-, oder Vierttransplantation Dialysezeiten vorausgingen, welche nicht nachvollziehbar sind.

3.1.1.5 Transplantationsanzahl

Bei 198 der 205 PatientInnen konnte aus den Unterlagen hervorgehen zur wievielten Nierentransplantation sie sich evaluieren ließen. Für 135 (77,3%) war es die Evaluierung für die erste Nierentransplantation, 36 (18,2%) ließen sich für eine Zweittransplantation untersuchen, 8 (4%) PatientInnen stellten sich für eine Dritttransplantation vor und eine (0,5%) Patientin für eine Vierttransplantation.

Tabelle 6 Transplantationsanzahl

	n	%
Ersttransplantation	153	77,3
Zweittransplantation	36	18,2
Dritttransplantation	8	4,0
Vierttransplantation	1	0,5

3.1.1.6 Leistenpulse

Die Erhebung der Leistenpulse in der klinischen Untersuchung bei Vorstellung zur Nierentransplantation konnte bei 176 PatientInnen zur Diagnose möglicher Beckenarterienstenosen nachverfolgt werden. Hierbei unterschied man den rechten vom linken Leistenpuls. Die Stärke der Plusqualität wurde in vier verschiedenen Graden unterteilt. Die Pulsqualitäten waren entweder

- normal
- gering abgeschwächt
- stark abgeschwächt
- nicht tastbar/negativ

Einen normalen Tastbefund fand man rechts bei 130 (73,9) und links bei 125 (71%) PatientInnen. Einen leicht abgeschwächten Puls tastete man rechts bei 37 (21%) und links bei 38 (21,6%). Stark Abgeschwächt war der Puls rechts bei 8 (4,5%) und links bei 12 (5,9%) PatientInnen. Auf einen negativen Tastbefund des Leistenpulses traf man beidseits einmal (jeweils 0,6%).

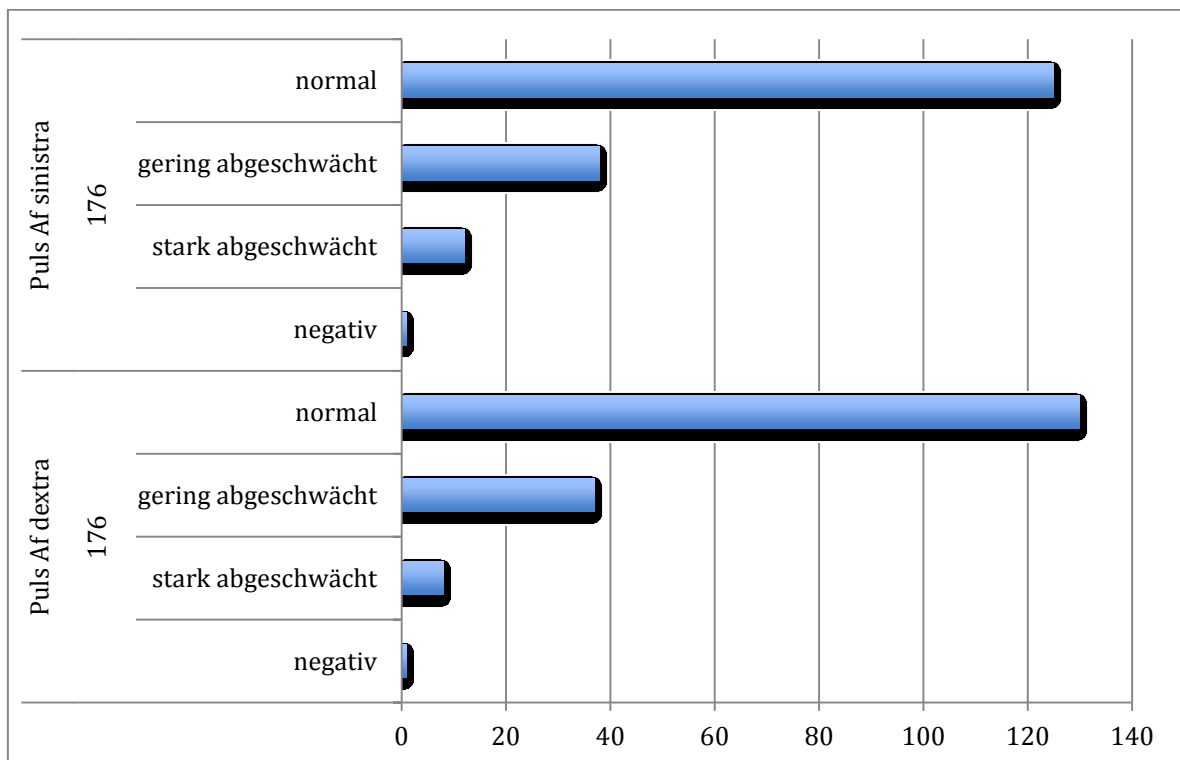


Abbildung 11 Pulsqualität; x-Achse=N (PatientInnen Anzahl)

3.1.1.7 Grunderkrankung

Teilt man die Grunderkrankungen der PatientInnen ein, so kann man sagen, dass zusammengefasst 90 (43,9%) PatientInnen an einer vaskuläre Grunderkrankung und 65 (31,7%) an einer Grunderkrankung, auf nicht-vaskulärer Basis litten. Bei den restlichen 50 (24,4%) PatientInnen war die Grunderkrankung entweder unbekannt, aus den vorliegenden Unterlagen nicht ersichtlich oder konnte in keine der oben genannten Kategorien eingefasst werden.

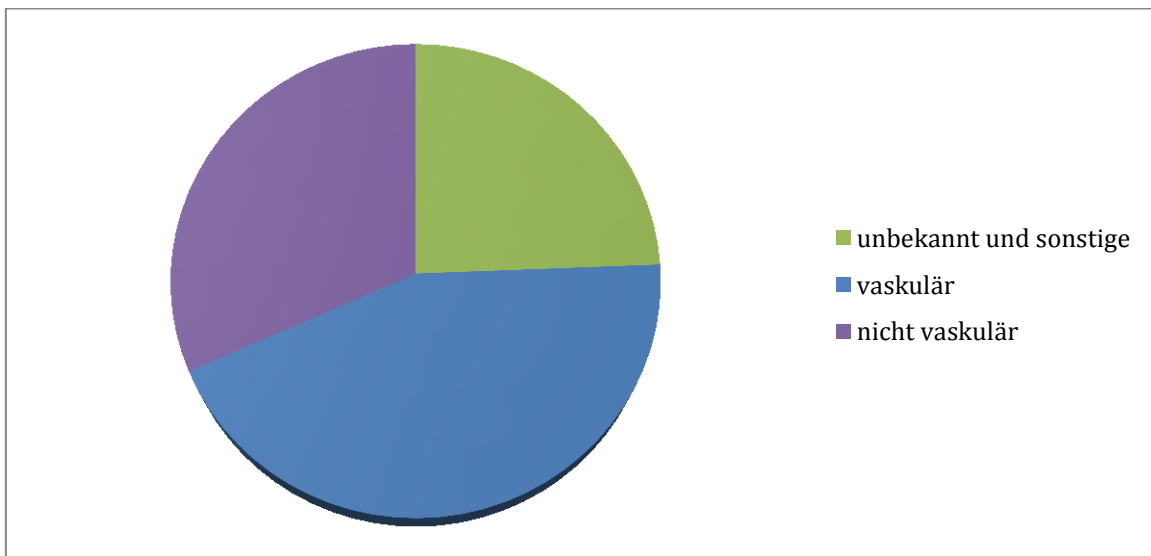


Abbildung 12 kategorisierte Grunderkrankungen

Zu den vaskulären Erkrankungen wurden zusammengefasst:

- diabetische Nephropathie
- hypertensive Nephropathie
- Nephrosklerose, als Folge der hypertensiven Nephropathie
- Schrumpfnieren
- Morbus Wegener

Zu den nicht-vaskulären Erkrankungen wurden zusammengefasst:

- Zystennieren
- Glomerulonephritis
- Refluxnephropathie
- angeborene Nierenleiden

Unter Sonstige sind folgende Grunderkrankungen zusammengefasst:

- Nierenversagen aufgrund von Amyloidose
- posttraumatisches Nierenversagen
- Nierenversagen aufgrund von Morbus Osler
- Nierenversagen aufgrund von Morbus Crohn
- Crushniere.

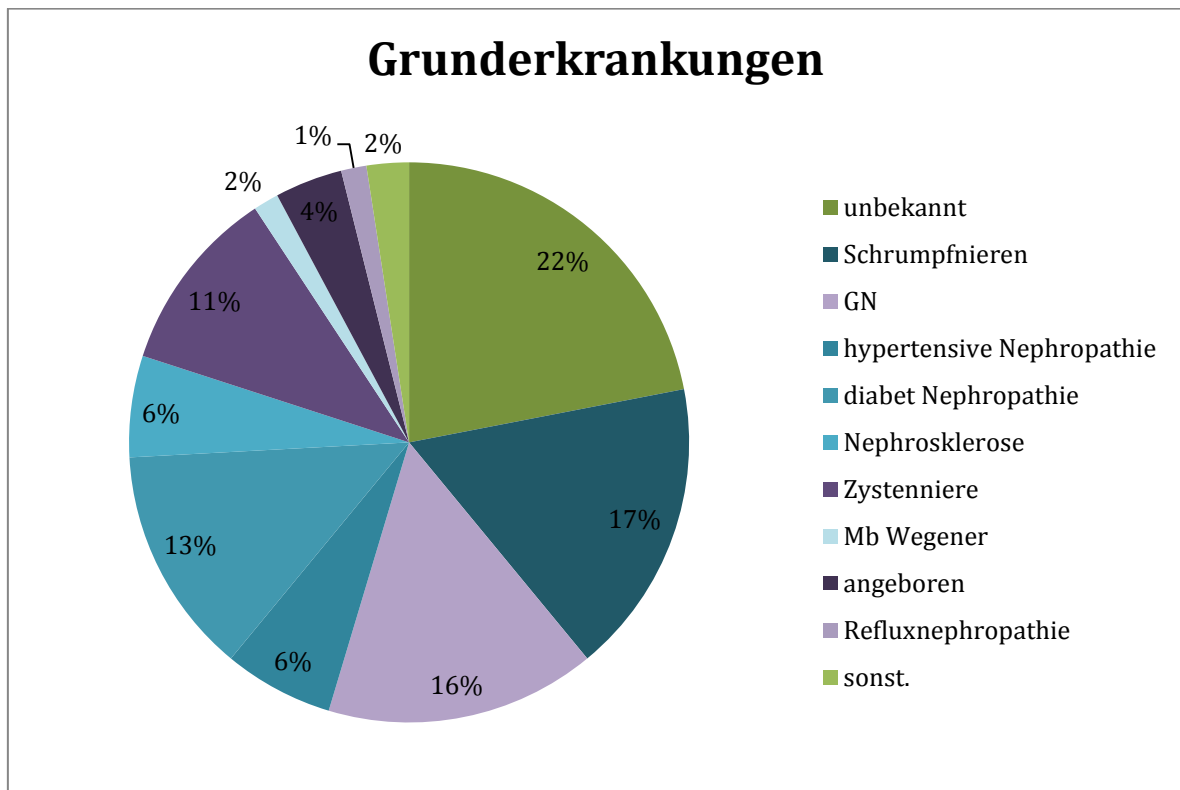


Abbildung 13 genauere Einteilung der Grunderkrankungen

3.1.1.8 Empfehlung zur operativen Gefäßwahl

7 (3,4%) PatientInnen wurden für eine NTX abgelehnt, 5 aufgrund von einem Verkalkungsgrad 3 in allen Gefäßabschnitten. Bei 12 (5,9%) PatientInnen wurde zum Zeitpunkt der Auswertung noch keine endgültige Entscheidung für oder gegen eine NTX getroffen. Die PatientInnen wurden zu einer Folgeuntersuchung meist ein Jahr nach Evaluierung eingeladen. Bei 5 der 12 PatientInnen ging es um eine Gewichtsreduktion.

Bei insgesamt 33 (16,1%) PatientInnen wurde die rechte Seite und bei 21 (10,2%) die linke Seite für die Transplantation im Vorhinein aus verschiedenen Gründen empfohlen. Bei den restlichen 131 PatientInnen war die NTX beidseits möglich.

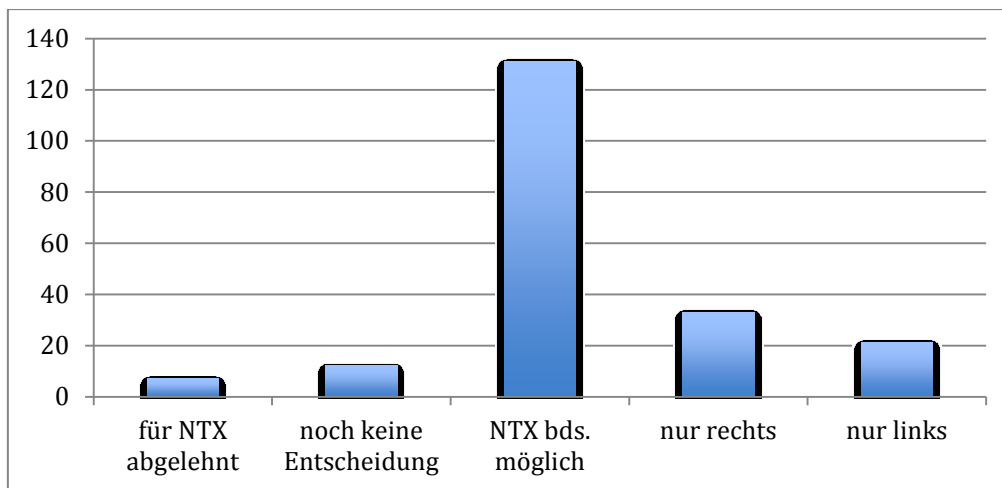


Abbildung 14 Empfehlung zur operativen Gefäßwahl; y-Achse= N (PatientInnenanzahl)

Betrachtet man die Gründe, die für eine Seitenempfehlung angegeben wurden so ergibt sich folgendes Kreisdiagramm:

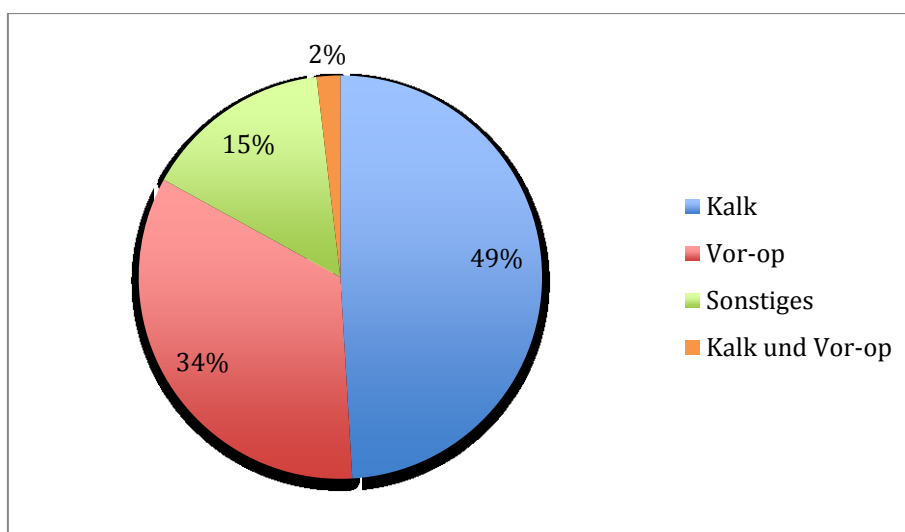


Abbildung 15 Gründe für Seitenempfehlung

Bei knapp der Hälfte der PatientInnen, welche eine Empfehlung zur operativen Seitenwahl bekamen, lag der Grund an einer ausgeprägten Verkalkung in den radiologischen Bildern.

34% der PatientInnen hatten bereits eine Nierentransplantation. Somit war eine Seite voroperiert und die andere Seite wurde für die NTX empfohlen.

2% hatten sowohl eine vorhergegangene NTX und starke Verkalkungen in den Beckenarterien. Bei den restlichen 15% führten diverse andere Gründe zum Ausschluss einer Seite.

3.1.2 Verkalkungsgrad

Der Verkalkungsgrad wurde in 5 verschiedenen Gefäßabschnitten betrachtet und von 0 bis 3 in 0,5 Schritten evaluiert.

Mittels CT-Nativ-Becken Aufnahme, in seltenen Fällen auch mittels MRT Angiographie des Beckens, wurde die distale Bauchaorta, die Aa. Iliaca communes dexter (AICd) und sinistra (AICs) und die Aa. Iliaca externa dexter (AIEd) und sinistra (AIEs) beurteilt.

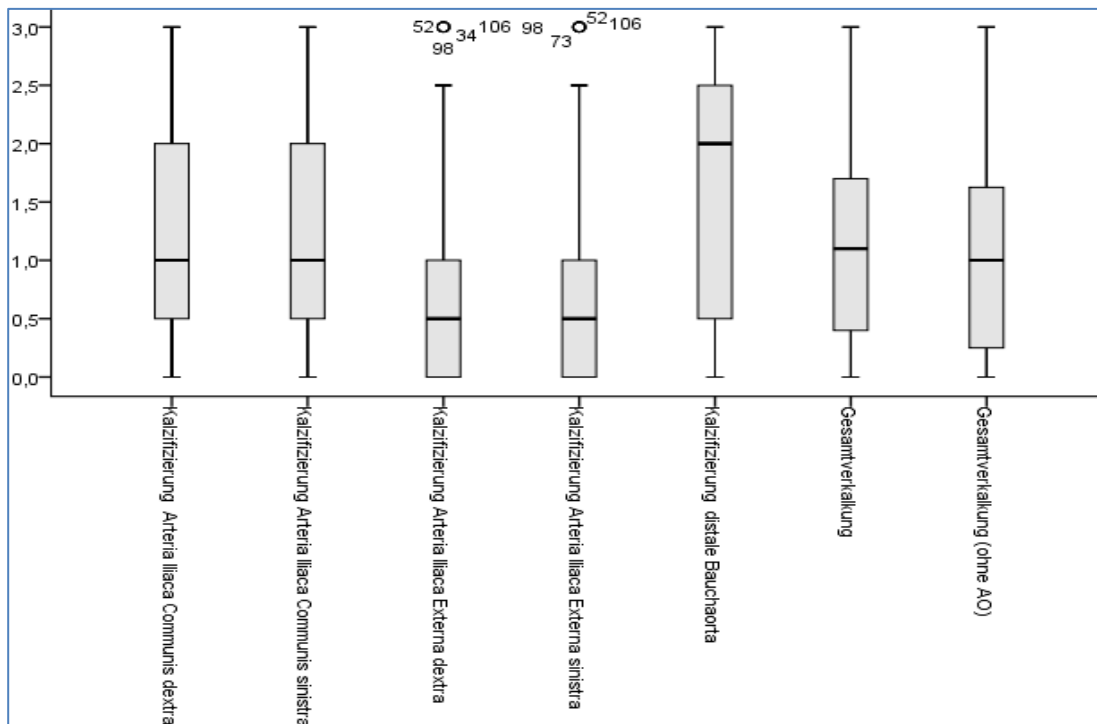


Abbildung 16 Verkalkung der einzelnen Abschnitte im Überblick mit Gesamtverkalkung; y-Achse= Verkalkungsgrad; x-Achse= Gefäßabschnitte

In Abbildung 16 sieht man die statistische Box-Plot Darstellung der einzelnen Gefäßabschnitte und die Zusammenfassung der Gesamtverkalkung und der Gesamtverkalkung (ohne AO). Vergleicht man die Box-Plots untereinander so sieht man die stärkste Verkalkung im Bereich der distalen Bauchaorta. Am wenigsten verkalkt zeigen sich in dieser Darstellung die beiden AIE welche auch die am weitesten distal gelegenen Gefäßabschnitte sind.

3.1.2.1 Verkalkung der Einzelnen Gefäßabschnitte

3.1.2.1.1 Distale Bauchaorta

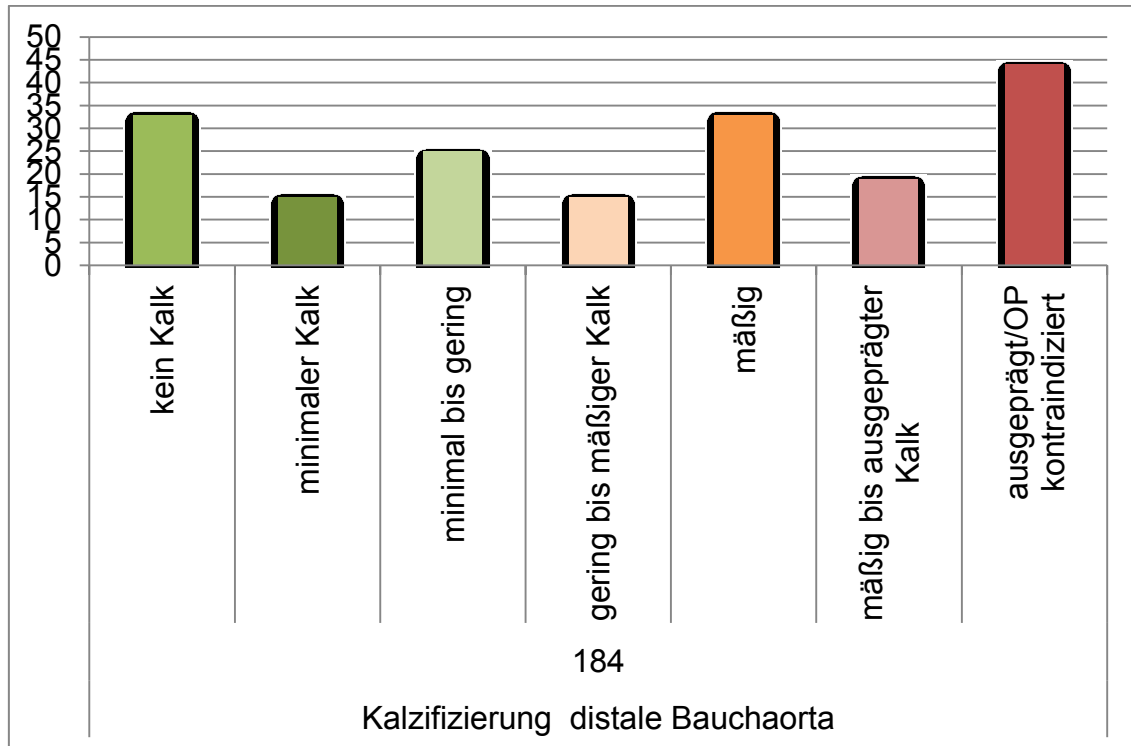


Abbildung 17 Kalzifizierung der distale Bauchaorta; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)

Bei 184 PatientInnen war der Verkalkungsgrad der distalen Bauchaorta aus den Unterlagen ersichtlich.

Dieser am weitesten proximal liegende Gefäßabschnitt zeigt den stärksten Verkalkungsgrad. Bei 23,9% fand sich eine stark ausgeprägte Verkalkung (Grad 3).

Bei über der Hälfte (52,1%) der PatientInnen zeigte sich eine mäßige bis ausgeprägte Verkalkung (Grad 2, 2,5 oder 3).

Nur 17,9% hatten keine Zeichen (Grad 0) von Kalkablagerung in der distalen Bauchaorta.

3.1.2.1.2 AIC

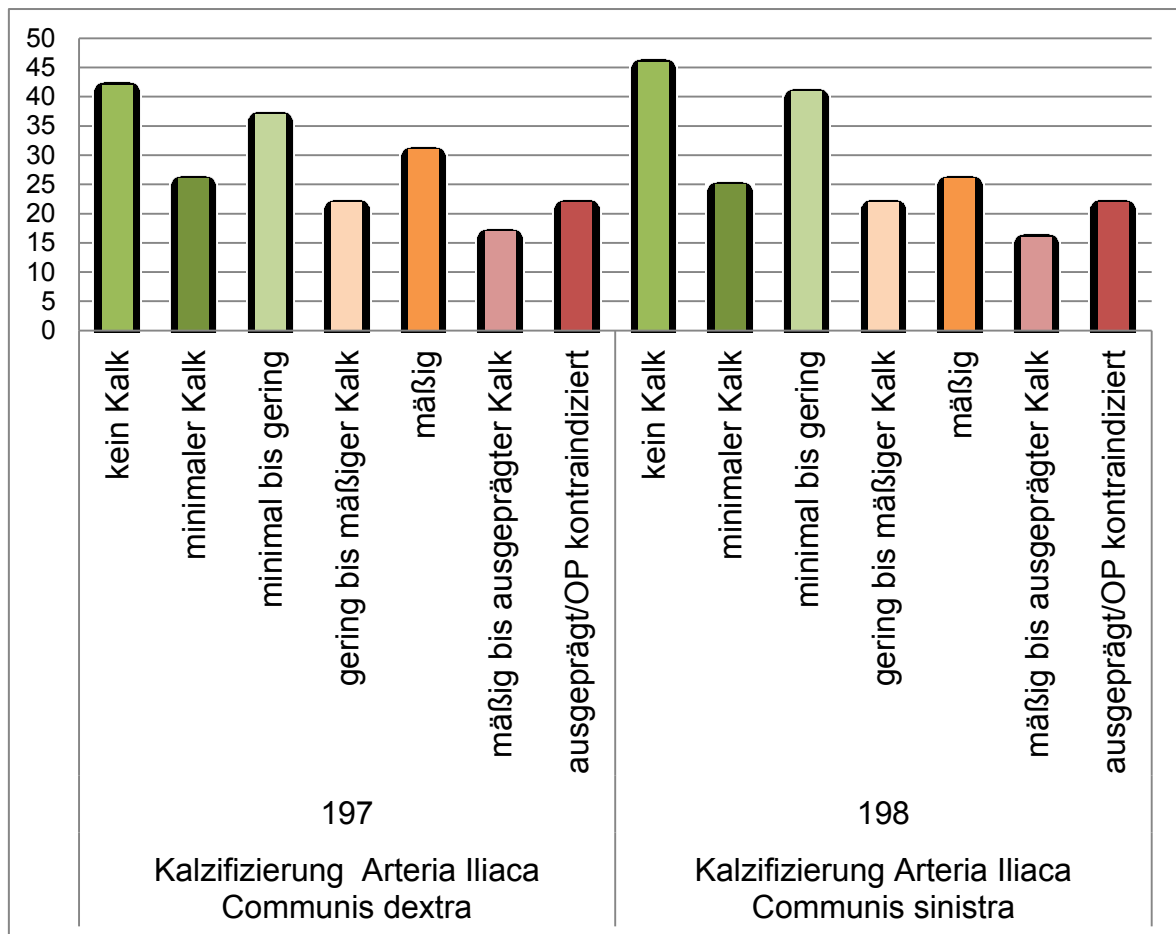


Abbildung 18 Kalzifizierung AIC; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)

Die Verkalkung der AIC konnte rechts bei 197 und links bei 198 PatientInnen beurteilt werden. Sie zeigte ein seitengleich homogenes Verteilungsmuster.

Die Ausprägung der Verkalkung ist geringer im Vergleich zur distalen Bauchaorta. In der rechten und linken AIC fand man bei jeweils ca. 11% eine ausgeprägte Verkalkung (Grad 3).

35,5% hatten in der AICd eine mäßig bis ausgeprägte Verkalkung (Grad 2, 2,5 und 3) die AICs zeigte diese Schweregrade nur bei 32,3%.

Keinen Kalk fand man rechts bei 21,3% und links bei 23,2%.

3.1.2.1.3 AIE

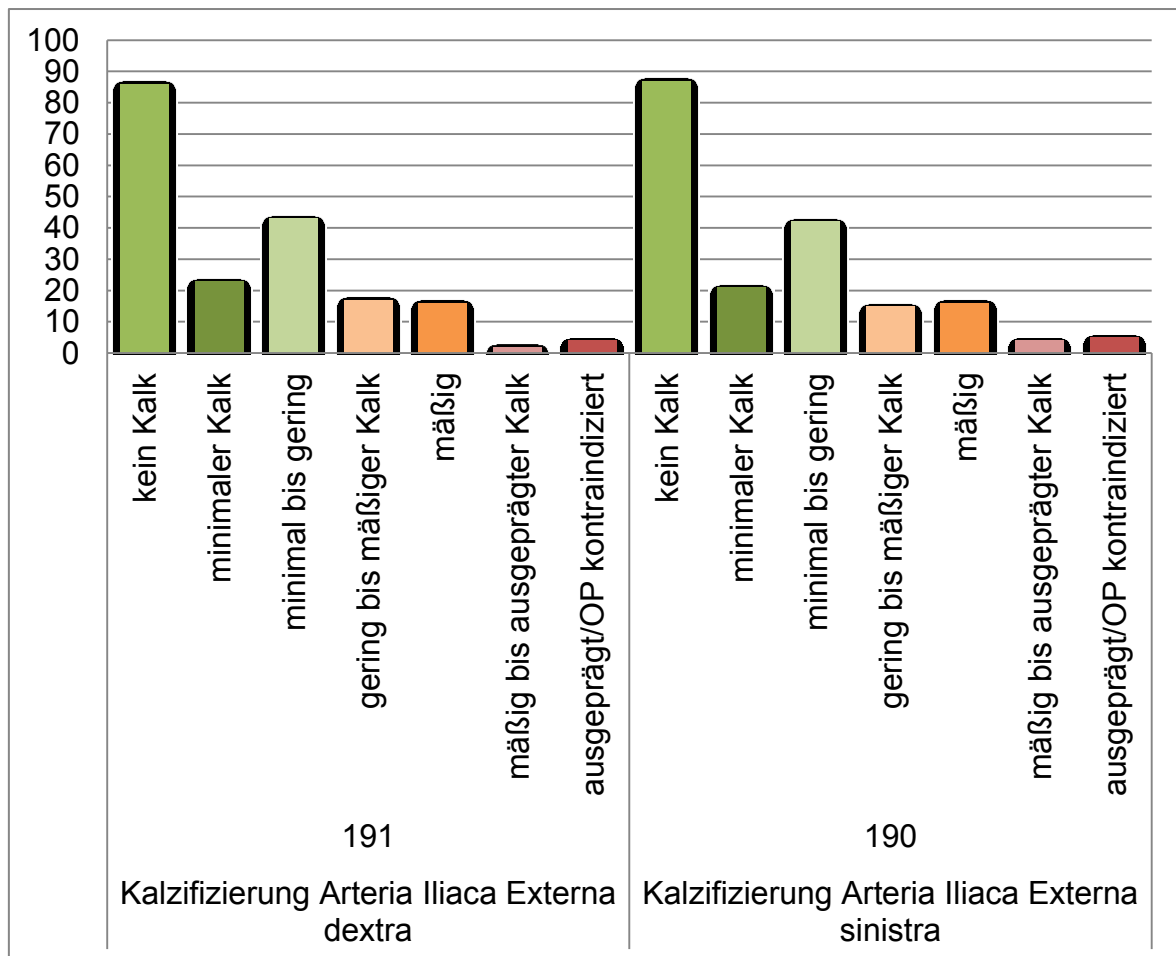


Abbildung 19 Kalzifizierung AIE; x-Achse= Verkalkungsgrad, y-Achse= N (PatientInnenanzahl)

Der Bereich der AIE konnte rechts bei 191 und links bei 190 PatientInnen ermittelt werden und zeigte die geringste Verkalkung. Man findet auch hier ein seitengleich homogenes Verteilungsmuster.

Bei nur 2,1% rechts und 2,6% links PatientInnen fand man eine ausgeprägte Verkalkung (Grad 3) welche zur OP Kontraindikation führten.

11,5% der PatientInnen hatten bei der AIEd und 13,1% bei der AIEs eine mäßige bis ausgeprägte Verkalkung (Grad 2, 2,5 und 3).

Im Bereich der AIE waren mit rechts 45% und links 45,8% beidseits fast die Hälfte der PatientInnen kalkfrei.

3.1.3 Stattgefundene NTX

Von den 205 PatientInnen hatten, zum Zeitpunkt der Auswertung 106 (51,7%) eine NTX. Seit der Einführung der präoperativen Evaluierung potentieller NierenempfängerInnen gab es auf der Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Chirurgie Graz, keine frühen Graftverluste und keine Operationsabbrüche.

13 (6,3%) PatientInnen waren zum Zeitpunkt der Auswertung verstorben. Bei 4 von den 13 verstorbenen PatientInnen hat eine NTX stattgefunden.

Von 97 PatientInnen lagen die Unterlagen zum Anastomoseort vor. Folgendes Diagramm zeigt an welchem Gefäßabschnitt die NTX stattgefunden hat:

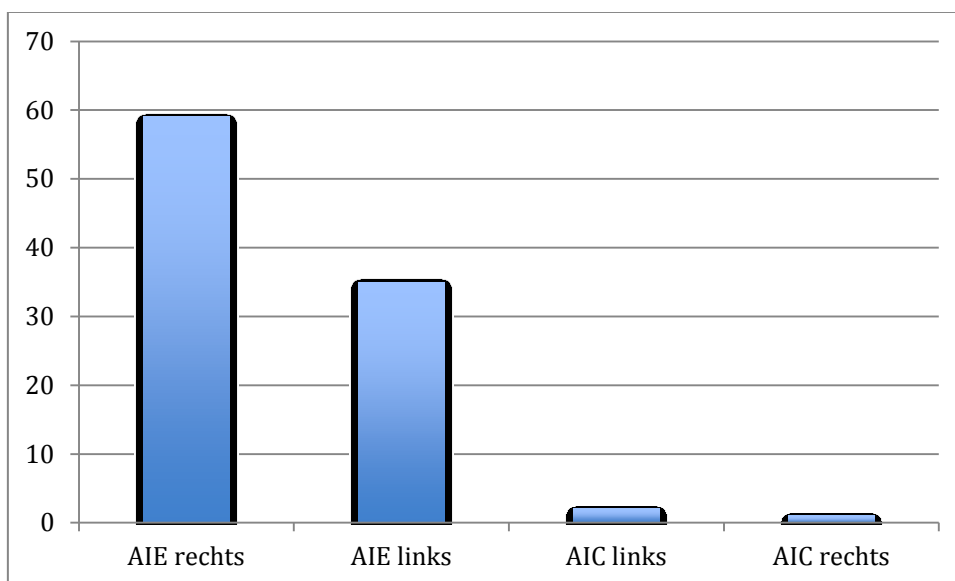


Abbildung 20 Anastomoseort der Graftniere; y-Achse=N (PatientInnenanzahl)

Bei insgesamt 94 PatientInnen wurde die AIE für die Anastomose gewählt. Bei 59 (60,8%) PatientInnen die rechte Seite und bei 35 (36,1%) PatientInnen die linke Seite.

Bei nur drei PatientInnen fand die Anastomose an der AIC statt. Bei zwei wurde die Graftniere auf der linken Seite und bei einem/einer Patienten/in auf der rechten Seite anastomosiert.

3.1.3.1 Intraoperativer makroskopischer Verkalkungsbefund

Intraoperativ wurde der Verkalkungsgrad makroskopisch vom Operateur mit der gleichen Gradeinteilung (0-3) wie bei der radiologischen Beurteilung graduiert. Je nach Operationsbericht konnte eine Aussage über den Grad der Verkalkung mit

unterschiedlicher Sicherheit getroffen werden. Die Sicherheit der Information über die Aussage der Verkalkung wurde in drei Sicherheitsstufen (unsicher, mittel und sicher) beurteilt.

Bei 63 PatientInnen erging aus dem Operationsbericht nur eine unsichere Aussage oder die Gefäßlage wurde nicht beschrieben, was nicht dafür sprechen würde, dass der Gefäßstatus problematisch gewesen wäre. In der Abbildung 21 fallen somit alle PatientInnen mit der Sicherheitsstufe unsicher in die Spalte „kein Kalk“.

18 Operationsberichte konnten mit einer mittleren Sicherheit eingestuft werden und bei 16 PatientInnen standen deutliche Gefäßbeurteilungen im Operationsbericht.

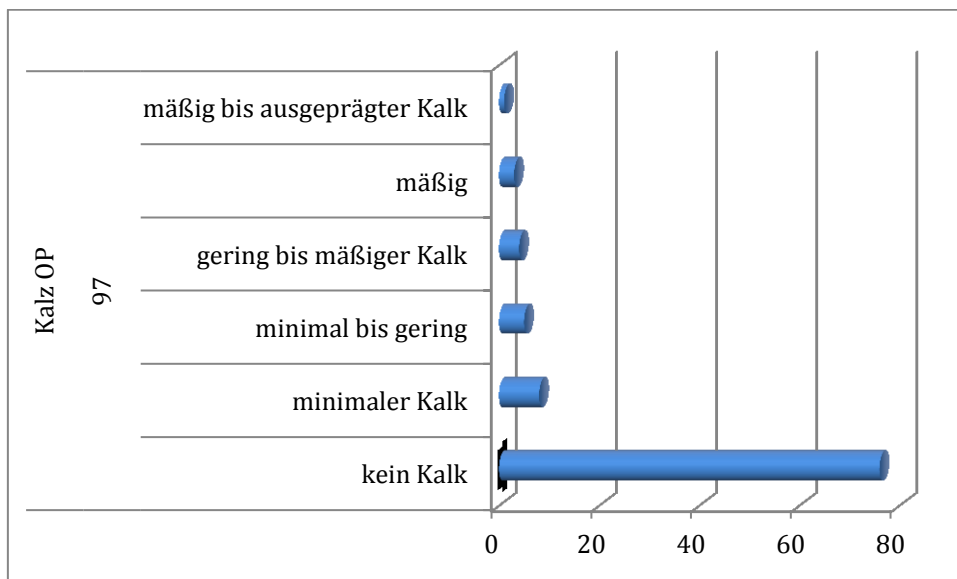


Abbildung 21 Intraoperative Verkalkung – alle Graduierungen; x-Achse= N (PatientInnenanzahl)

3.2 Analytische Statistik

3.2.1 Zusammenhang zwischen dem prä- und intraoperativem Verkalkungsgrad

Vergleicht man den Verkalkungsgrad präoperativ und intraoperativ bei den PatientInnen, welche retrospektiv eine sichere und mittel sichere Aussage zur makroskopischen Verkalkung im Operationsbericht hatten, so kommt man bei der AIEd auf eine Fallzahl von N=25 und bei der AIEs auf eine Fallzahl von N=5.

Betrachtet man die wesentlich größere PatientInnengruppe, welche die Graftniere an die AIEd anastomosiert bekam, so sieht man mit einem $p=0,003$ also $p<0,05$ einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem prä- und intraoperativen Verkalkungsbefund. Mit einem r Spearman von 0,575 kann der Zusammenhang zwischen dem prä- und intraoperativen Befund als stark bezeichnet werden.

Bei den 5 Fällen bei denen die Graftniere an die AIEs anastomosiert wurde zeigt sich mit $p=0,6$ keine Signifikanz. Jedoch ist die Fallzahl sehr gering und es kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei einer höheren Fallzahl auch dort ein signifikanter Zusammenhang gefunden werden könnte.

Tabelle 7 Verkalkungsgrad Vergleich AIEd und AIEs präoperativ/intraoperativ Sicherheitsinfo: mittel + sicher

Parameter	N	r Spearman	p-value
Kalzifizierung AIEd	25	0,575	0,003
AIEd (Kalz-OP)			
Kalzifizierung AIEs	5	-0,289	0,637
AIEs (Kalz-OP)			

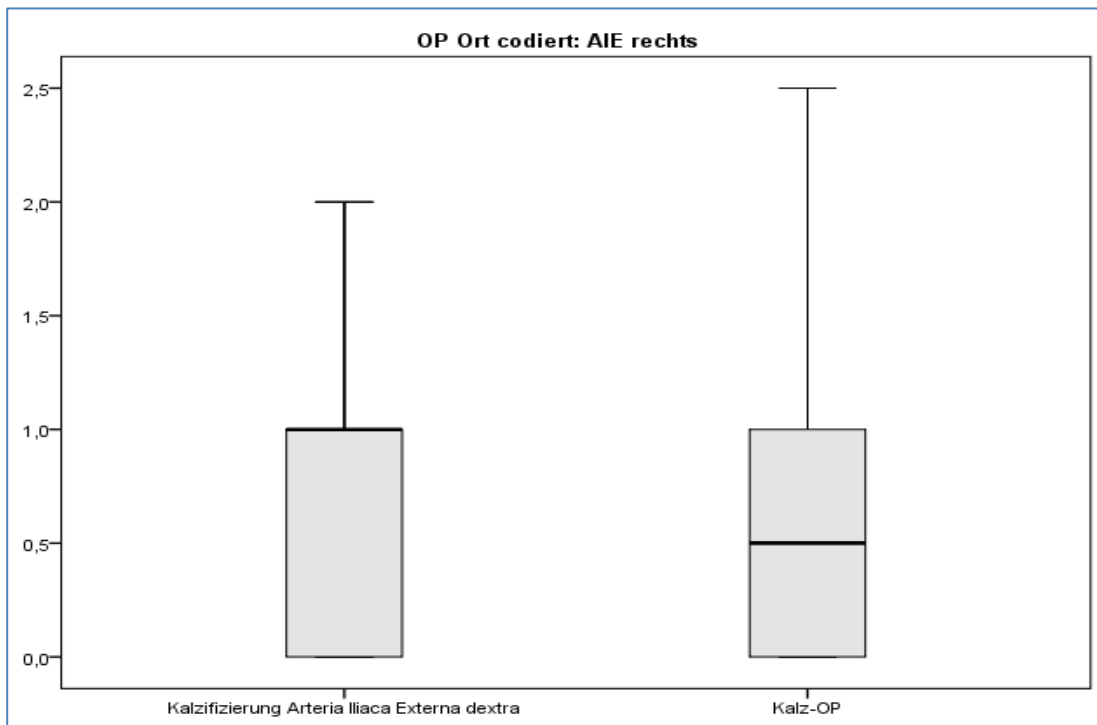


Abbildung 22 Verkalkungsverteilung präoperativ (links)/ Intraoperativ (rechts) Sicherheitsinfo: mittel + sicher AIEd; y-Achse=Verkalkungsgrad

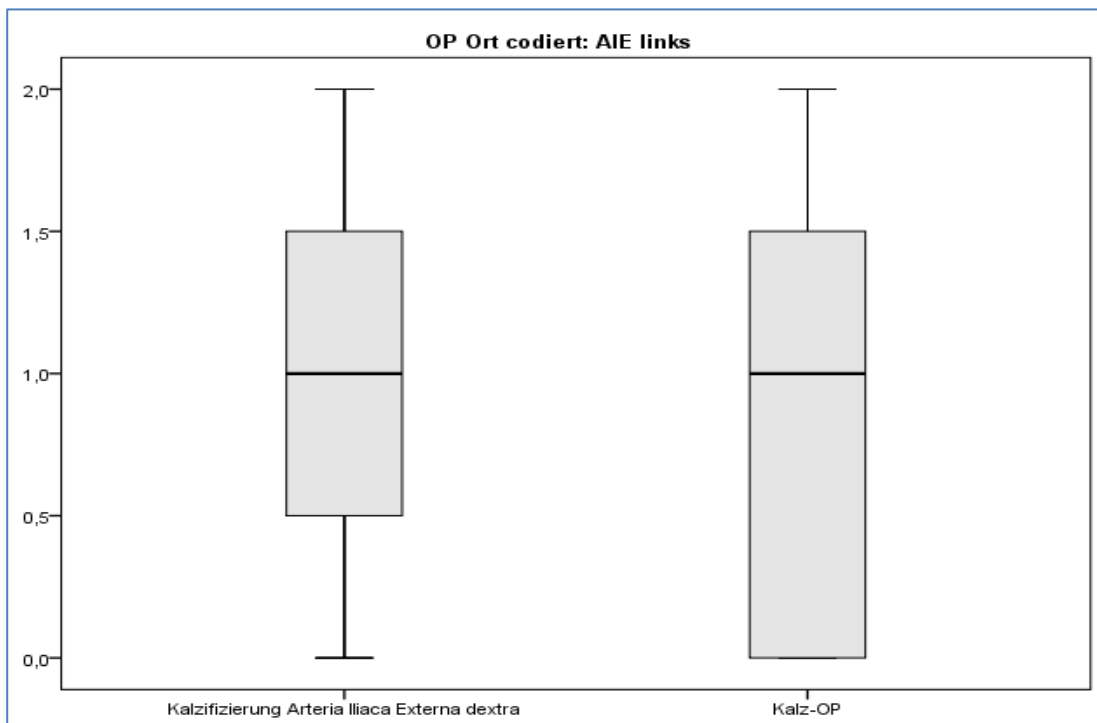


Abbildung 23 Verkalkungsverteilung Präoperativ (links)/ Intraoperativ (rechts) mit der Sicherheitsinfo mittel + sicher AIEs; y-Achse= Verkalkungsgrad

In der PatientInnengruppe, mit einer sicheren Information aus dem Operationsbericht zum makroskopischen Verkalkungsgrad gab es eine Fallzahl von N=11 für die AIEd und N=2 für die AIEs.

In beiden Gruppen ist die Fallzahl sehr gering. Im Arterienabschnitt AIEd besteht bei dieser Gruppe mit einem $p=0,156$ also $p>0,05$ kein signifikanter Zusammenhang zwischen der präoperativen und intraoperativen Kalzifizierung.

Jedoch zeigt der r Spearman mit 0,459 einen eher starken Zusammenhang zwischen den prä- und intraoperativen Befunden, sodass p bei einer größeren Fallzahl signifikant werden könnte.

Mit einer Fallzahl von N=2 kann man die AIEs vernachlässig.

Tabelle 8 Verkalkungsgrad Vergleich AIEd und AIEs präoperativ/intraoperativ Sicherheitsinfo: sicher

Parameter	N	r Spearman	p-value
Kalzifizierung AIEd	11	0,459	0,156
AIEd (Kalz-OP)			
Kalzifizierung AIEs	2		
AIEs (Kalz-OP)			

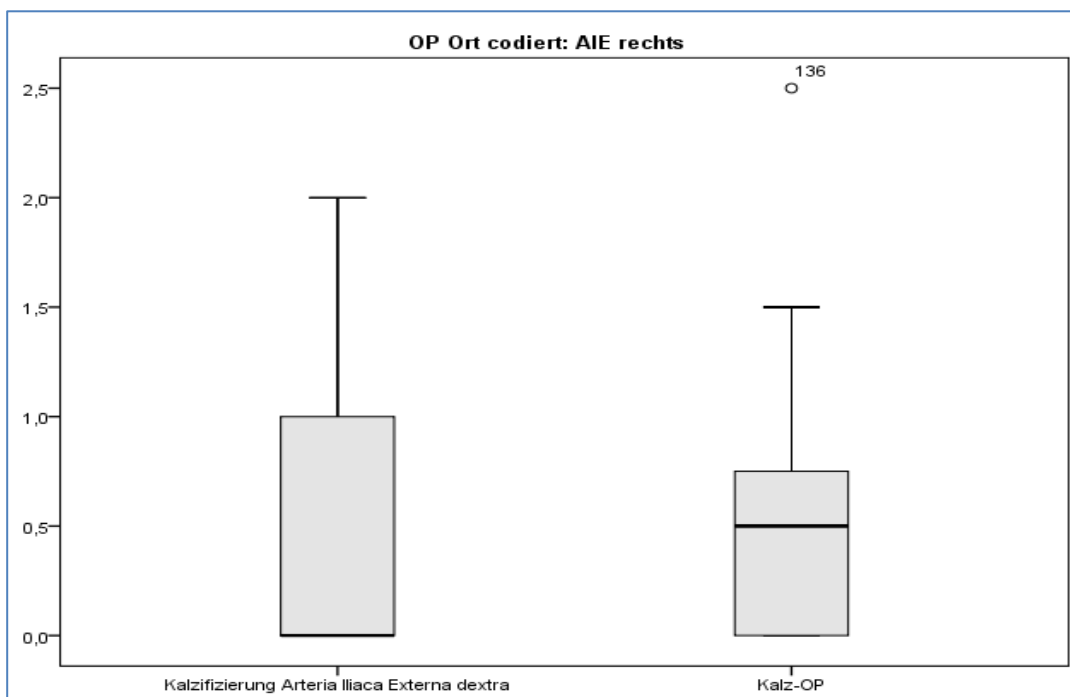


Abbildung 24 Verkalkungsverteilung präoperativ (rechts)/ intraoperativ (links) Sicherheitsinfo: sicher AIEd; y-Achse=Verkalkungsgrad

3.2.2 Nebenzielgrößen: Multivariablen und Verkalkungsgrad

3.2.2.1 Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen bei Männer und Frauen, bei denen eine Nierentransplantation möglich ist

Der Verkalkungsgrad in den proximalen Gefäßabschnitten ist bei Männern und Frauen gleich. Erst in den distalen Gefäßabschnitten, also der AIEd und AIEs, haben Männer eine signifikant stärkere Verkalkung als Frauen. Auch in der linken AIC zeigt sich eine geringe Signifikanz für eine stärkere Verkalkung bei Männern.

Tabelle 9 Geschlecht und Verkalkung

	Männer	Frauen	N Männer/ N Frauen	p-value
Kalzifizierung AO	2.00 (0.50-3.00)	1.50 (0.50-2.50)	134/50	,511
Kalzifizierung AICd	1.00 (0.50-2.00)	1.00 (0.00-2.00)	141/56	,139
Kalzifizierung AICs	1.00 (0.50-2.00)	1.00 (0.00-1.88)	142/56	,037
Kalzifizierung AIEd	1.00 (0.00-1.50)	0.00 (0.00-0.50)	136/55	,000
Kalzifizierung AIEs	1.00 (0.00-1.50)	0.00 (0.00-0.50)	136/54	,000

3.2.2.2 Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen bei älteren und jüngeren PatientInnen, bei denen eine Nierentransplantation möglich ist

Das Alter wurde in zwei Gruppen kategorisiert. Hier zeigt sich in allen Gefäßabschnitten eine hohe Signifikanz dafür, dass PatientInnen über 55 Jahre stärkere Verkalkungsgrade haben.

Tabelle 10 Alter und Verkalkung

	bis 55 Jahre	älter als 55 Jahre	N bis 55 J/ N älter als 55 J	p-value
Kalzifizierung AO	1.00 (0.00-2.00)	2.25 (1.50-3.00)	88/96	,000
Kalzifizierung AICd	1.00 (0.00-1.50)	1.50 (1.00-2.50)	98/99	,000
Kalzifizierung AICs	0.50 (0.00-1.50)	1.50 (1.00-2.50)	98/100	,000
Kalzifizierung AIEd	0.00 (0.00-1.00)	1.00 (0.00-1.50)	95/96	,000
Kalzifizierung AIEs	0.00 (0.00-1.00)	1.00 (0.00-1.50)	94/96	,000

3.2.2.3 Jüngere Männer/bzw. ältere Männer und jüngere Frauen/bzw. ältere Frauen, die sich für eine NTX evaluieren ließen, unterscheiden sich nicht im Verkalkungsgrad an den 5 Gefäßpositionen

Tabelle 11 Gruppenvergleich bezüglich des Alters (kategorisiert) und Geschlechts.

	Paarweise Vergleiche		p-adjustiert
Kalzifizierung distale Bauchaorta (AO)	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	1,000
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,017
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	0,010
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
Kalzifizierung AICd	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	1,000
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,105
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	0,293
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
Kalzifizierung AICs	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	1,000
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,086
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	0,431
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
Kalzifizierung AIEd	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	1,000
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,168
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	1,000

		Männer, 56 Jahre oder älter	0,003
	Frauen, 56 Jahre oder älter	Männer, 56 Jahre oder älter	0,001
Kalzifizierung AIEs	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	0,865
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,106
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	1,000
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,006
	Frauen, 56 Jahre oder älter	Männer, 56 Jahre oder älter	0,002
Gesamtverkalkung	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	0,790
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,041
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	0,507
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Frauen, 56 Jahre oder älter	Männer, 56 Jahre oder älter	0,490
Gesamtverkalkung (ohne AO)	Frauen, 55 Jahre oder jünger	Männer, 55 Jahre oder jünger	0,506
		Frauen, 56 Jahre oder älter	0,135
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Männer, 55 Jahre oder jünger	Frauen, 56 Jahre oder älter	1,000
		Männer, 56 Jahre oder älter	0,000
	Frauen, 56 Jahre oder älter	Männer, 56 Jahre oder älter	0,132

Wie in 3.2.2.2 zeigt sich eine deutliche Signifikanz zwischen den Altersklassen. Die ältere Gruppe der PatientInnen hat höhere Verkalkungsgrade, also stärkere Gefäßverkalkungen als die jüngere Gruppe und zwar in allen Abschnitten. Frauen über 55 Jahre haben nur in der distalen Bauchaorta eine stärkere Verkalkung als die jüngere PatientInnengruppe (55 Jahre und jünger). Sonst haben ältere Frauen ein ähnliches Verkalkungsausmaß. Ältere Männer hingegen zeigen in allen Gefäßabschnitten eine stärkere Verkalkung.

3.2.2.4 Regressionsanalyse: Gesamtverkalkung (ohne AO) mit diversen Risikofaktoren (univariante Modelle)

Betrachtet man die Risikofaktoren von der gesamten PatientInnengruppe so zeigt sich der höchste signifikante Zusammenhang zwischen dem PatientInnenalter und der Gefäßverkalkung (ohne AO) mit einem $p < 0,001$ und dem höchsten Beta-Wert. Ebenso einen signifikanten Zusammenhang auf die Verkalkung haben Diabetes mellitus, das Alter und die vaskulären Grunderkrankungen gegenüber den nicht-vaskulären Erkrankungen.

Der BMI eines/einer Patienten/in steht in keinem Zusammenhang zur Gefäßverkalkung.

Tabelle 12 Regressionsanalyse Gesamtverkalkung/ Risikofaktoren von gesamten PatientInnengut

Parameter	R2 adj	Beta	t	p-value
Geschlecht	,046	-,225	-3,230	,001
Alter	,180	,430	6,660	,000
Grunderkrankung	,017			
-unbekannte/sonstige Erkrankung vs. vaskulär		,009	,116	,907
-non-vaskulär vs. vaskulär		-,161	-2,100	,037
BMI	-,002	,062	,820	,414
Diabetes mellitus*	,086	,301	4,421	,000
Dialysedauer (Untersuchungsdatum)	,013	,138	1,818	,071
Dialysedauer (CT Datum)	,014	,118	1,392	,166

*Diabetes mellitus Typ 2 und Typ 1 wurden zusammengefasst.

In der folgenden Regressionsanalyse (Tabelle 13) wurde die Gesamtverkalkung (ohne AO) mit den Risikofaktoren der PatientInnengruppe, welche sich zur Ersttransplantation listen ließen, verglichen. Hier zeigt sich wieder das Alter als stärkster signifikanter Parameter.

Das Geschlecht und Diabetes mellitus bleiben mit einem niedrigen Beta signifikant. Die Dialysedauer ist in dieser Stichprobe signifikant geworden. In der Gesamtstichprobe ist Dialysedauer nicht signifikant, da bei einer Folgetransplantation die vorhergegangenen Dialysezeiträume nicht nachvollziehbar waren. Siehe 3.2.2.5.

Der BMI und die Grunderkrankungen zeigen keinen Zusammenhang mit der Gesamtverkalkung in der Teilstichprobe.

Tabelle 13 Regressionsanalyse von Gesamtverkalkung/ Risikofaktoren der Teilstichprobe (nur PatientInnen mit Ersttransplantation)

Parameter	R2 adj	Beta	t	p-value
Geschlecht	,033	-,200	-2,455	,015
Alter	,197	,450	6,067	,000
Grunderkrankung	,006			
unbekannte/sonstige Erkrankung vs. vaskulär		-,004	-,049	,961
non-vaskulär vs. vaskulär		-,143	-1,619	,108
BMI	-,008	,006	,066	,948
Diabetes mellitus*	,051	,241	2,988	,003
Dialysedauer (Untersuchungsdatum)	,047	,233	2,681	,008
Dialysedauer (CT Datum)	,036	,213	2,176	,032

*Diabetes mellitus Typ 2 und Typ 1 wurden zusammengefasst.

Vergleicht man nun den Zusammenhang von signifikanten Werten um deren Stärke zu sehen, so ist Diabetes mellitus in einer Gruppe mit Alter und Geschlecht mit einem $p=0,121$ nicht mehr signifikant. Das Alter hat wieder den stärksten Zusammenhang mit einem hohen Beta. Das Geschlecht hat zwar einen signifikanten Zusammenhang, aber ein niedriges Beta. Der Zusammenhang ist also nicht hoch und wie man in 3.1.1.1 sehen kann nicht in allen Gefäßabschnitten zutreffend.

Tabelle 14 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Diabetes mellitus

Parameter	R2 adj	Beta	t	p-value
	,231			
Alter		,412	5,488	,000
Geschlecht		-,168	-2,305	,023
Diabetes mellitus		,118	1,559	,121

Die Dialysedauer sowohl vom Untersuchungsdatum als auch vom CT Datum bleiben in der Teilstichprobe im Vergleich mit Alter und Geschlecht signifikant. Siehe auch 3.2.2.5.

Tabelle 15 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Dialysedauer (Untersuchungsdatum)

Parameter	R2 adj	Beta	t	p-value
	,264			
Alter		,407	5,280	,000
Geschlecht		-,246	-3,195	,002
Dialysedauer (Untersuchungsdatum)		,213	2,735	,007

Tabelle 16 Teilstichprobe Alter, Geschlecht, Dialysedauer (CT-Datum)

Parameter	R2 adj	Beta	t	p-value
	,218			
Alter		,335	3,773	,000
Geschlecht		-,271	-3,045	,003
Dialysedauer (CT Datum)		,209	2,337	,021

3.2.2.5 Zusammenhang zwischen Dialysedauer und Gesamtverkalkung (ohne AO).

Tabelle 17 Zusammenhang Dialysedauer/ Verkalkung

Parameter	r Spearman	p-value
Dialysedauer	0,206	0,007
Untersuchungsdatum*		
Gesamtverkalkung (ohne AO)		
Dialysedauer CT-Datum**	0,189	0,026
Gesamtverkalkung (ohne AO)		

*Es zeigt sich ein schwach positiv signifikanter Zusammenhang zwischen Dialysedauer (Dauer von Dialysebeginn bis Untersuchungsdatum). Je höher die Dialysedauer (in Tagen) desto stärker ist der Verkalkungsgrad.

**Es zeigt sich ein schwach positiv signifikanter Zusammenhang zwischen Dialysedauer (Dauer von Dialysebeginn bis CT Datum). Je höher die Dialysedauer (in Tagen) desto stärker ist der Verkalkungsgrad.

Der Zusammenhang zwischen der Dialysedauer und dem Verkalkungsgrad ist in der Teilstichprobe (nur für Ersttransplantationen) sowohl für den Zeitpunkt von Dialysebeginn bis Untersuchungsdatum also auch für den Zeitpunkt von Dialysebeginn bis zum CT-Datum ein signifikanter Prädiktor.

Betrachtet man den Zusammenhang im Regressionsmodell, also in der Gesamtstichprobe, so ist die Dialysedauer nicht signifikant.

3.2.2.6 Verkalkungsmuster in den untersuchten Gefäßabschnitten

In den Berechnungen zum Verteilungsmuster der Verkalkung in den verschiedenen Gefäßabschnitten stellt sich heraus, dass die Verkalkung von proximal nach distal hoch signifikant abnimmt.

Tabelle 18 Verkalkungsausmaß AIC und AIE im Vergleich

	N	Median	25-Perzentil	75-Perzentil	p-value
AIC mean (d+s)	191	1	0,5	0	,000
AIE mean (d+s)	191	0,5	2	1	

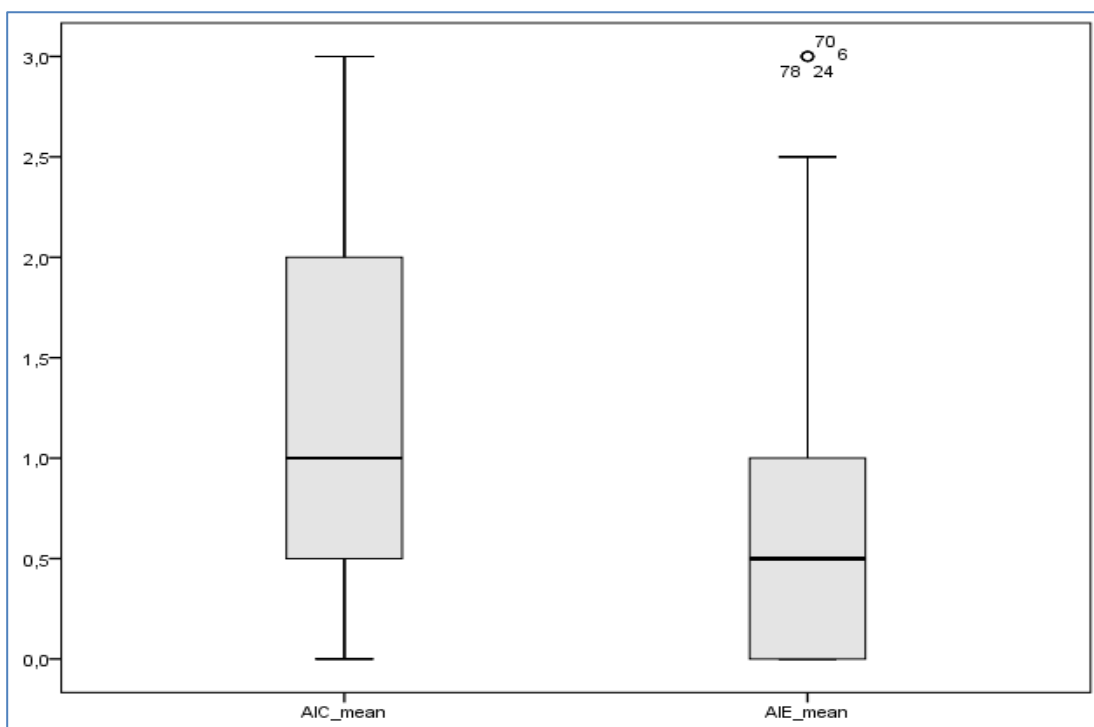


Abbildung 25 Verkalkung AIC (links)/ AIE (rechts) (dexter und sinistra sind zusammen gefasst); y-Achse= Verkalkungsgrad

Die beiden Parameter (AIC mean und AIE mean) wurden mittels Shapiro-Wilk bzw. Kolmogorov-Smirnov, sowie einer graphischen Dateninspektion auf Normalverteilung untersucht. $P < 0.05$ zeigt, dass die Verkalkung nicht normalverteilt ist.

Der Verkalkungsgrad nimmt von proximal nach distal hoch signifikant ($p < 0,001$) ab.

4 Diskussion

4.1 Evaluierung

Die momentan empfohlenen Evaluierungsmethoden für Gefäßwandverkalkungen in der Beckenregion sind in allgemeinen Richtlinien nicht einheitlich formuliert (11,28,29).

Die Amerikanischen Transplantationsrichtlinien empfehlen nur eine präoperative Bildgebung der Beckengefäße bei PatientInnen die an Diabetes mellitus leiden, bei PatientInnen, die bereits eine ischämische Ulzeration oder Claudicatio intermittens hatten und bei PatientInnen mit einer symptomatischen Aortoiliakalen Erkrankung. Sie raten dazu eine Duplexsonographie der Gefäße oder eine CTA durchzuführen (28).

Die kanadischen Transplantationsrichtlinien empfehlen nur jene PatientInnen einer radiologischen Bildgebung zu unterziehen, welche in der Vergangenheit bereits eine periphere Gefäßerkrankung hatten und in der physikalischen Untersuchung abgeschwächte bis nicht tastbare Femoralispulse oder Stenosegeräusche über den Beckengefäßen aufweisen. Dies sollte mittels Duplex Sonographie oder MRT-Angiographie geschehen (11).

Die Europäischen Transplantationsrichtlinien weisen zwar auf periphere Gefäßerkrankungen bei älteren PatientInnen oder PatientInnen mit Niereninsuffizienz und Diabetes mellitus hin, legen sich aber nicht auf eine spezielle Untersuchung oder Screening-Methode fest (29).

In der Abteilung für Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Chirurgie Graz hat sich seit 2004 ein standardisiertes Konzept einer präoperativen NTX-Evaluierung etabliert, welches seitdem obligat durchgeführt wird. Bei jedem/jeder Patienten/in wird eine Nativ-CT Aufnahme der Beckenregion gemacht, um das Ausmaß der Gefäßwandverkalkung zu diagnostizieren.

Weitere mögliche Untersuchungsmethoden für die Detektion von Arteriosklerose sind das konventionelle Röntgen, eine MRT- Angiographie, ein CT mit

Kontrastmittel und eine Duplexsonographie. Der Ankle-Brachial-Index (ABI) kann Hinweis auf eine Gefäßlumeneinengungen (Stenose) geben.

Das konventionelle Röntgen kann zwar Kalk zeigen, die Genauigkeit ist jedoch gering und auch die Lage der Gefäße ist nicht in dem Maße ersichtlich, wie es im CT der Fall ist (30).

Das Nativ-CT verschafft einen guten Überblick über die Gefäßwandverkalkung, welche hauptsächlich durch die Mediasklerose entsteht. Die Mediasklerose kommt bei PatientInnen mit chronischen Nierenversagen gehäuft vor und ist deswegen in der präoperativen Evaluierung wichtig zu detektieren (2,15,16).

Die Anamnese und die klinische Untersuchung geben Hinweise auf eine mögliche Stenose durch Atherosklerose im Beckenbereich.

Zur weiteren Diagnosesicherung können eine Duplexsonographie oder eine MRT-Angiographie durchgeführt werden.

Es ist wichtig Gefäßwandverkalkungen zu diagnostizieren, da sie Intraoperativ zu diversen Komplikationen führen können. Das Gefäß kann intraoperativ nicht abklemmbar sein oder sich nicht gut nähen lassen, was zu einer erschwerten oder nicht durchführbaren Anastomose führen kann (4,31).

Ebenso wird diskutiert ob die Anastomose der Spenderniere an ein stark verkalktes Gefäß zu einer Art Steal-Phänomen führen kann, bei welchem die Niere zu viel Blut „klaut“ und die untere Extremität ischämisch wird (4).

Postoperativ steigt durch die Gefäßverkalkung das Risiko eine Arterienstenose zu entwickeln. Die Arterienstenose muss entweder perkutan mittels Ballon-Dilatation und endovaskulärem Stent oder sogar operativ behandelt werden (12).

Die Studie von E. Aitken zeigt, dass die intraoperative vaskulären Komplikationen, der Graftverlust, und der Tod mit funktionierendem Transplantat öfter in der PatientInnengruppe mit ausgeprägter Gefäßverkalkung vorkamen, als in der PatientInnengruppe ohne (4).

Aufgrund der möglichen Komplikationen sollte nicht nur die Verkalkung sondern auch der Schweregrad der Verkalkung und die Lokalisation beurteilt und graduiert werden, wie es in der Abteilung für Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Chirurgie Graz der Fall ist, um möglicherweise eine Kontraindikation für eine

Transplantation auszusprechen, oder nur eine Seite für die folgende Anastomose der NTX zu empfehlen.

Ebenso gibt das Nativ-CT der Beckenregion dem Operateur einen guten Überblick der Gefäßsituation und Lage und hat signifikanten Zusammenhang mit der makroskopischen intraoperativen Beurteilung der Verkalkungssituation.

4.2 Vergleich mit anderen Studien

Die Studie von E. Aitken ist mit der vorliegenden Arbeit vergleichbar. Aitken untersucht allerdings seine PatientInnen mittels Becken-Übersichtsröntgen und legt seinen Schwerpunkt auf die postoperativen Komplikationen, wohingegen in der vorliegenden Arbeit das Augenmerk, auf den Vergleich zwischen präoperativen Befunden und intraoperativen makroskopischen Befunden gelegt wurde.

Seine Schweregradeinteilung der Verkalkung ist mit der Einteilungen: keine, milde, mäßige und schwere Verkalkung ähnlich unterteilt, jedoch ist hierbei das Ausmaß der Verkalkung in den verschiedenen Graden nicht genau ersichtlich.

Auch er spricht Kontraindikationen zur Transplantation bei zu starker Verkalkung aus oder empfiehlt die Anastomose an einer Seite zu bevorzugen.

73 PatientInnen von insgesamt 187 zeigten bei Aitkens Studie eine mäßige bis schwere Verkalkung in der Röntgenaufnahme und bekamen daraufhin ein CT. 16 PatientInnen hatten im CT eine sehr starke Verkalkung und wurden von der Warteliste entfernt. Bei 18 PatientInnen wurde eine Seite für die Anastomose empfohlen.

In meinen Ergebnissen wurden 7 PatientInnen aufgrund der Verkalkung für eine NTX abgelehnt. Insgesamt 54 PatientInnen bekamen eine Empfehlung zur Seitenwahl der Anastomose. Bei der Hälfte lag der Grund an der ausgeprägten Gefäßwandverkalkung.

E. Aitken hat ähnliche Risikofaktoren, welche sich auf die Gefäßverkalkung in der Beckenregion auswirken, untersucht. Gleiche signifikante Zusammenhänge fanden sich beim PatientInnenalter und beim Diabetes mellitus.

Auch S. Droupy analysiert in seiner Studie die Konsequenzen der Arteriosklerose in den Iliakalgefäßen. Er untersucht allerdings nur jene PatientInnen bildgebend,

welche eine symptomatische Arteriosklerose oder einen pathologischen klinischen Untersuchungsbefund hatten.

Dies spricht eher für eine Atherosklerose und nicht für eine Mediasklerose (1). Aus diversen Studien geht hervor, dass gerade die Mediaverkalkung im Bereich des Beckens bei Niereninsuffizienten und DialysepatientInnen gehäuft vorkommt (2,15,16).

Bildgebend hat S. Droupy die Gefäße mittels Duplex-Sonographie untersucht und im Anschluss bei pathologischen Befunden eine CT- oder MRT- Angiographie durchgeführt. Gemeinsam mit meinen Ergebnissen ist dieser Studie der signifikante Zusammenhang zwischen Alter und Verkalkung.

4.3 Ergebnisse

Meine Ergebnisse zeigen, dass eine präoperative Evaluierung mittels Nativ-CT aussagekräftig ist und mit dem intraoperativen Befund signifikant vergleichbar ist.

Die intraoperative Beurteilung fällt eher noch besser aus als der CT-Befund, da man nicht das zirkuläre Gefäß beurteilt und auch nicht den gesamten Abschnitt sondern nur das Fenster in welchem man operiert.

Intraoperativ gab es, seit der Einführung der standardisierten präoperativen Evaluierung, keine technisch bedingten Organverluste oder Operationsabbrüche aufgrund ausgeprägter arterieller Gefäßverkalkungen.

In meiner Arbeit zeigt sich des Weiteren, dass die Verkalkung von proximal nach distal hoch signifikant mit $p < 0,001$ abnimmt. Dies ist neben der günstigeren anatomischen Lage auch ein Grund die AIE für die Anastomose bevorzugt zu wählen.

4.3.1 Mediasklerose/Gefäßverkalkung und Risikofaktoren

Die Mediasklerose ist die häufigere Verkalkungsform bei PatientInnen mit terminalem Nierenversagen. Sie kommt vor allem in den großen elastischen Arterien vor (26).

Dies zeigt sich in meiner Arbeit dahin gehend, dass die Verkalkung von proximal nach distal abnimmt (mit $p < 0,001$), also von großer Bauchaorta zu kleiner werdenden AIE.

Die Mediasklerose steht im Zusammenhang mit Alter, Diabetes mellitus und chronischen Nierenerkrankungen (26). Die Dialysedauer zeigt eine hohe Prävalenz für Gefäßverkalkungen. Sogar bei Kindern mit langzeitiger Dialysebehandlung werden vermehrt Gefäßverkalkungen festgestellt (32). Es lässt sich daher sagen, dass je länger ein/eine PatientIn auf eine Dialysebehandlung angewiesen ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass er/sie an einer Gefäßverkalkung leidet.

In dieser Arbeit zeigen sich genau diese signifikanten Zusammenhänge. Das Alter ist hierbei der höchste signifikante Parameter zur Gesamtverkalkung mit einem $p < 0,001$. Aber auch die Dialysedauer zeigt sich in signifikantem Zusammenhang mit der Gesamtverkalkung (ohne AO). Der Diabetes mellitus ist in meinen Ergebnissen nur schwach signifikant. In der Teilstichprobe im Vergleich mit Alter und Geschlecht zusammen zeigt sich Diabetes mellitus knapp nicht mehr als signifikanter Risikoparameter für die Gefäßverkalkung.

4.4 Fazit

Eine native computertomographische Untersuchung im Rahmen der TX-Evaluation erbringt relevante Befunde über den Verkalkungsgrad der Beckenarterien, die im Rahmen der NTX anastomosiert werden. Diese Befunde korrelieren hochsignifikant mit dem palpatorischen und makroskopischen Gefäßbefund im Rahmen der NTX. Durch die standardisierte Diagnostik können Kontraindikationen zur NTX aufgrund ausgeprägter arterieller Kalzifikation präoperativ erkannt und operative Komplikationen damit vermieden werden. Seit Einführung der präoperativen Evaluierung von potentiellen NierenempfängerInnen gab es auf der Transplantationschirurgie der Universitätsklinik Chirurgie Graz, keine frühen Graftverluste und keine Operationsabbrüche.

Literaturverzeichnis

1. Droupy S, Eschwège P, Hammoudi Y, Durrbach A, Charpentier B, Benoit G. Consequences of iliac arterial atheroma on renal transplantation. *J Urol*. März 2006;175(3 Pt 1):1036–9.
2. Jablonski KL, Chonchol M. Vascular calcification in end-stage renal disease. *Hemodial Int*. Oktober 2013;17 Suppl 1:S17–21.
3. OEDTR, Austrian Dialysis and Transplant Registry 2013 [Internet]. [zitiert 15. August 2015]. Verfügbar unter: <http://www.nephro.at/oedr2013/oedr2013.htm>
4. Aitken E, Ramjug S, Buist L, Kingsmore D. The Prognostic Significance of Iliac Vessel Calcification in Renal Transplantation. *Transplant Proc*. Dezember 2012;44(10):2925–31.
5. Transplant-Jahresbericht 2013, ÖBIG-Transplant (Wien 2014) [Internet]. [zitiert 15. August 2015]. Verfügbar unter: http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/8/0/7/CH1221/CMS1435233410732/transplant_jahresbericht2013.pdf
6. Organtransplantation. Walter de Gruyter; 2001.
7. Loubeau PR, Loubeau JM, Jantzen R. The economics of kidney transplantation versus hemodialysis. *Prog Transplant*. Dezember 2001;11(4):291–7.
8. Danovitch GM. *Handbook of Kidney Transplantation*. Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 496 p.
9. Abecassis M, Bartlett ST, Collins AJ, Davis CL, Delmonico FL, Friedewald JJ, u. a. Kidney transplantation as primary therapy for end-stage renal disease: a National Kidney Foundation/Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (NKF/KDOQIM) conference. *Clin J Am Soc Nephrol*. März 2008;3(2):471–80.
10. Dębska-Ślizień a, Bzoma B, Moszkowska G, Chamienia A, Milecka A, Zadrożny D, u. a. Preemptive kidney transplantation: analysis of kidney grafts from the same donor. *Transplant Proc*. Oktober 2014;46(8):2654–9.
11. Knoll G, Cockfield S, Blydt-Hansen T, Baran D, Kiberd B, Landsberg D, u. a. Canadian Society of Transplantation consensus guidelines on eligibility for kidney transplantation. *CMAJ*. 8. November 2005;173(10):1181–4.
12. Pillot P, Bardonnaud N, Lillaz J, Delorme G, Chabannes E, Bernardini S, u. a. Risk factors for surgical complications after renal transplantation and impact on patient and graft survival. *Transplant Proc*. Elsevier Inc.; November 2012;44(9):2803–8.

13. Kasiske BL, Zeier MG, Chapman JR, Craig JC, Ekberg H, Garvey CA, u. a. KDIGO clinical practice guideline for the care of kidney transplant recipients: a summary. *Kidney Int. International Society of Nephrology*; 21. Februar 2010;77(4):299–311.
14. Lüllmann-Rauch R, Paulsen F. *Taschenlehrbuch Histologie*. Georg Thieme Verlag; 2012. 694 p.
15. Rocha-Singh KJ, Zeller T, Jaff MR. Peripheral arterial calcification: prevalence, mechanism, detection, and clinical implications. *Catheter Cardiovasc Interv*. 1. Mai 2014;83(6):E212–20.
16. Amann K. Media calcification and intima calcification are distinct entities in chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol*. November 2008;3(6):1599–605.
17. London GM. Arterial media calcification in end-stage renal disease: impact on all-cause and cardiovascular mortality. *Nephrol Dial Transplant*. 1. September 2003;18(9):1731–40.
18. Manfred Dietel, Norbert Suttorp MZ (Hrsg. . *Harrison Innere Medizin*.
19. *Taschenbuch Pathophysiologie Silbernagl - Google-Suche*.
20. Leonard O, Spaak J, Goldsmith D. Regression of vascular calcification in chronic kidney disease - feasible or fantasy? a review of the clinical evidence. *Br J Clin Pharmacol*. Oktober 2013;76(4):560–72.
21. Libby P. Inflammation in atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. September 2012;32(9):2045–51.
22. *Innere Medizin Duale reihe - Google-Suche*.
23. Moe SM, Chen NX. Pathophysiology of vascular calcification in chronic kidney disease. *Circ Res*. 17. September 2004;95(6):560–7.
24. Disthabanchong S. Vascular calcification in chronic kidney disease: Pathogenesis and clinical implication. *World J Nephrol*. 6. April 2012;1(2):43–53.
25. Tonelli M, Wiebe N, Culeton B, House A, Rabbat C, Fok M, u. a. Chronic kidney disease and mortality risk: a systematic review. *J Am Soc Nephrol*. Juli 2006;17(7):2034–47.
26. Giachelli CM. The emerging role of phosphate in vascular calcification. *Kidney Int*. Mai 2009;75(9):890–7.
27. Groiss K. Vergleich des Gefäßstatus mit der technischen Durchführbarkeit einer Nierentransplantation. 2008.

28. Kasiske BL, Cangro CB, Hariharan S, Hricik DE, Kerman RH, Roth D, u. a. The evaluation of renal transplantation candidates: clinical practice guidelines. *Am J Transplant.* Jänner 2001;1 Suppl 2:3–95.
29. Abramowicz D, Cochat P, Claas FHJ, Heemann U, Pascual J, Dudley C, u. a. European Renal Best Practice Guideline on kidney donor and recipient evaluation and perioperative care. *Nephrol Dial Transplant.* 9. Juli 2014;gfu216 – .
30. Andres A, Revilla Y, Ramos A, Gonzalez E, Vereda MS, Praga M, u. a. Helical computed tomography angiography is the most efficient test to assess vascular calcifications in the iliac arterial sector in renal transplant candidates. *Transplant Proc.* August 2003;35(5):1682–3.
31. Sagban TA, Baur B, Schelzig H, Grabitz K, Duran M. Vascular challenges in renal transplantation. *Ann Transplant.* Jänner 2014;19:464–71.
32. Shroff RC, McNair R, Figg N, Skepper JN, Schurgers L, Gupta A, u. a. Dialysis accelerates medial vascular calcification in part by triggering smooth muscle cell apoptosis. *Circulation.* 21. Oktober 2008;118(17):1748–57.

Anhang – Evaluierungsbogen

Erhebungsbogen

Untersuchungsdatum:

Name, Geburtsdatum

Anamnestische Daten

renale Grundkrankheit

Dialyse seit

Diabetes mellitus

Restdiurese

Nikotin

Alkohol

Gehstrecke

Sonstige Diagnosen

Klinischer Status

Größe

Gewicht

BMI

Shunt

Sonstige bisherige Ops

Leistenpuls rechts

Leistenpuls links

CT

MR

AO

AICd

AIEd

AICs

AIEs