Aus dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer und Plastische Gesichtschirurgie
der Universität zu Köln
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med Dr. med. dent. C. Linz

Retrospektive Analyse über den Einfluss von perioperativen und Intensivmedizinischen Parametern auf den Verlust von mikrovaskulären Lappentransplantaten

Inaugural-Dissertation zur Erlangung
der zahnärztlichen Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Carolin Schroeder
aus Velbert

promoviert am 25 August 2026

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln

2026

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink

1. Gutachter: Professor Dr. med. Dr. med. dent. M. Zinser
2. Gutachterin: Privatdozent Dr. med. S. J. Sharma

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Dissertationsschrift ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Bei der Auswertung des Materials habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:
Novustat GmbH Dr. Robert Grünwald zur Unterstützung der statistischen

Auswertung.

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Der dieser Arbeit zugrunde liegenden Datensatz wurde unter entsprechender Anleitung und Hilfe von Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. Zirk in der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie von mir erstellt und mit dem Programm IBM SPSS Statistics für Mac Version 27.0 von mir und Herrn Dr. Grünewald (Novustat GmbH) ausgewertet.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den

Unterschrift: .....

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich bei der Verfassung meiner Dissertation unterstützt haben.

Ich möchte mich insbesondere bei meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. Dr. med. dent. M. Zinser, für die stete Unterstützung, Geduld und Ermöglichung meines Promotionsvorhabens am Institut für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie bedanken.

Bei Herrn Privatdozent Dr. med. Dr. med. dent. M. Zirk und Dr. med. S. Torabi möchte ich mich für ihre kompetente und jederzeit engagierte Betreuung und die Unterstützung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit herzlich bedanken.

Für meine Familie, Danke.

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 7

1 ZUSAMMENFASSUNG 8

2 EINLEITUNG 10

2.1 Hintergrund der Dissertation 10

2.2 Komplikationen 11

2.3 Mikrovaskuläre Lappentransplantate 11
2.3.1 ALT 12
2.3.2 DIEP 12
2.3.3 Fibulatransplantat 13
2.3.4 Gracilislappen 13
2.3.5 Latissimuslappen 14
2.3.6 Parascapularlappen und Scapulalappen 14
2.3.7 Radialislappen 15
2.3.8 TMG 16

2.4 Intraoperative Versorgung 17

2.5 Postoperative Versorgung 17

2.6 Fragestellung 19

3 MATERIAL UND METHODEN 20

3.1 Datenerhebung und Patientenkollektiv 20

3.2 Erhobene Parameter 20

3.3 Statistische Analyse 24

4 ERGEBNISSE 25

4.1 Deskriptive Analyse 25
4.1.1 Patientenbezogene Daten 25
4.1.2 Vorerkrankungen 25
4.1.3 Defekt- und Lappenbezogene Parameter 26
4.1.4 Diagnose 27
4.1.5 Lokalisation des Defektes 28
4.1.6 Intraoperative Parameter 29
4.1.7 Intensivmedizinische Parameter 31
4.1.8 Postoperative Parameter 31

4.2 Zusammenhang zwischen transplantatbezogenen Parameter und dem Auftreten eines Lappenverlustes 34

4.3 Zusammenhang zwischen transplantatbezogenen Parameter und dem Auftreten eines Lappenverlustes kategorisiert nach Lappentyp, Defektart und Defektlokalisation 35
4.3.1 Diagnose 35
4.3.2 intraoperative Verabreichung von Heparin 36
4.3.3 Häufigkeit der postoperativen Dopplersonografie 37
4.3.4 arterielles Ereignis 39

4.3.5 venöses Ereignis 39
4.3.6 Teilnekrose des Transplantates 40
4.3.7 Revisionsoperation des Transplantates 40

4.4 Logistische Regressionsanalyse 42
4.4.1 Einfluss perioperativer Messwerte auf das Risiko eines Transplantatverlustes 42
4.4.2 Einfluss perioperativer Messwerte auf das Risiko eines Lappenverlustes kategorisiert nach Lappentyp, Defektart und Defektlokalisation 43
4.4.3 Einfluss klinischer Gruppenmerkmale auf das Risiko eines Lappenverlustes 45

5 DISKUSSION 54

5.1 Präoperative Risikofaktoren 55

5.2 Auswahl des Lappentypens 58

5.3 Intraoperative Parameter 60
5.3.1 Operationszeit 60
5.3.2 Hämodynamische und intensivmedizinische Parameter 61

5.4 Postoperative Parameter 63
5.4.1 Postoperative Antikoagulation 63
5.4.2 Vasoaktive Maßnahmen 65
5.4.3 Invasive Beatmung 66
5.4.4 Postoperative Verwendung von Dopplern 66

6 LITERATURVERZEICHNIS 67

7 ANHANG 80

7.1 Abbildungsverzeichnis 80

7.2 Tabellenverzeichnis 81

8 VORABVERÖFFENTLICHUNG VON ERGEBNISSEN 82

Abkürzungsverzeichnis

MKG	Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
MAGT	Mikrovaskulär anastomosierte Gewebetransplantate
A.	Arteria
M.	Musculus
aPTT	aktivierte partielle Thromboplastinzeit
HNO	Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde
PAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit

1 Zusammenfassung

Mikrovaskuläre Lappentransplantate sind mittlerweile ein fester Bestandteil bei der Behandlung von vielen Patienten mit ausgedehnten Defekten im Rahmen einer onkologischen, traumatischen oder infektiösen Diagnose.
Wie jeder operative Eingriff beinhalten die Transplantationen von mikrovaskulären Lappen Risiken, welche bei der Indikationsstellung berücksichtig werden müssen.
Ziel dieser Studie war die Identifizierung und Einschätzung von perioperativen Risikofaktoren, die das Auftreten eines Lappenverlustes begünstigen könnten, um Datenlücken zu beseitigen und dazu beizutragen, einheitliche Leitlinien zur postoperativen Behandlung von Patienten mit mikrovaskulären Lappentransplantaten zu erstellen.
Hierzu wurden die Daten von 500 Patienten erhoben, welche sich in der Uniklinik Köln zwischen 2009 -2020 einer mikrovaskulären Lappentransplantation unterzogen.
Diese Daten wurden retrospektiv analysiert.
Vorerkrankungen und Alter des Patienten hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Lappen-Outcome. Ebenso wie eine präoperative Radiatio des Patienten.
Eine Wundheilungsstörung oder Infektionsdiagnose erhöhte das Risiko eines Lappenverlustes signifikant.
Patienten mit einer längeren Operationszeit besitzen ein höheres Risiko, ein Transplantatverlust zu erleiden als bei kürzeren Operationen.
Ähnlich verhält es sich mit der Beatmungsdauer und der Zeit auf der Intensivstation.
Ein arterielles Ereignis erhöht das Risiko eines Lappenverlustes enorm, ähnlich wie das Auftreten eines venösen Ereignisses.
Eine intraoperative Heparingabe verringert das Risiko eines Lappenverlustes vor allem bei reinen Weichgewebsdefekten und Radialislappen, jedoch
konnte sich postoperativ kein Antikoagulationsregimen gegen das andere in seiner vorteilhaften Wirkung signifikant durchsetzen.
Zudem konnte keine signifikante Risikoerhöhung bei einer erhöhten intraoperativen Flüssigkeitssubstitution festgestellt werden.
Eine weitere Erkenntnis über die postoperative Überwachung des Patienten nach einer mikrovaskulären Lappentransplantation ist der risikoreduzierende Einfluss einer steigenden aPTT für das Auftreten eines Lappenverlustes.

Die postoperative Beatmungsdauer erwies sich als signifikanter Risikofaktor im Hinblick auf einen Lappenverlust.
Postoperativ verwendete Dopplersonografie zeigten in unserer Untersuchung einen

signifikanten Zusammenhang mit dem Lappenüberleben auf. Hervorzuheben ist hier der positive Effekt auf das Lappenüberleben bei einer Kontrolle des Blutflusses per Doppler-Sonografie alle 2 Stunden.

Die Studie weist aufgrund ihres retrospektiven Charakters typische Limitationen auf. Daher ist die Aussagekraft dieser Ergebnisse nicht abschließend zu beweisen.
Durch weitere Studien auf der Basis der hier vorgestellten Ergebnisse könnten die Erkenntnisse weiter überprüft und zur weiteren Erkenntnisfindung in diesem Gebiet beitragen.

2 Einleitung

2.1 Hintergrund der Dissertation

In der MKG-Chirurgie wurde erstmals in den 70er Jahren über den erfolgreichen Einsatz von mikrovaskulär anastomosierten Transplantaten berichtet (1). Seither haben sich die mikrovaskulär anastomosierten Gewebetransplantate (MAGT) zum Goldstandard etabliert (2). Die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten der MAGT machen sie zu einem festen Bestandteil in weiten Bereichen der MKG-, HNO-, und plastischen Chirurgie (3).
Besonders bei Patienten mit ausgedehnten Defekten im ästhetischen und funktionellen Bereich, zum Beispiel nach Tumorresektion im Gesichts-, Mund- und Brustbereich, nach Osteoradionekrosen, diversen Traumata, Infektionen oder Verbrennungen, sind die MAGT von großer Bedeutung (4).
In der rekonstruktiven Chirurgie dienen die mikrovaskulären Transplantate als Ersatz für große Gewebsdefekte verschiedener Ausdehnungen und Tiefen.

Bei der Transplantation eines MAGT wird ein Gewebe samt seinen blutversorgenden Gefäßen aus einer Region des Körpers entnommen, welches dann an einer anderen Stelle fern lokalisiert wieder eingebracht wird. Die Transplantate werden mit ihren versorgenden Gefäßstielen in der Empfängerstelle mithilfe eines Operationsmikroskops reanastomosiert.
Im Gegensatz dazu werden die gefäßgestielten Lappentransplantate nicht von ihrer lokalen Blutversorgung getrennt, sondern je nach Art ihrer Verlagerung als Verschiebelappen, Rotationslappen, Transpositionslappen oder Insellappen bezeichnet. Beispiel für gefäßgestielte Lappentransplantate sind der Wangenlappen, Temporallappen oder der Pectoralis Major Lappen (5,6)

Die Vorteile von MAGT gegenüber gefäßgestielten Transplantaten liegen besonders in der Flexibilität, da diese keinen eingeschränkten Radius besitzen und auch bei großflächigen Defekten und Defekten, bei denen kein Verschiebelappen möglich ist, eingesetzt werden können (7).
Darüber hinaus sind die MAGT bei Defekten mit Beteiligung des Kieferknochens oder bei größeren Knochendefekten gegenüber den nicht vaskularisierten Knochenfragmenten im Vorteil, da die Osteozyten durch die Reanastomosierung vollständig überleben, Kontaminationen besser toleriert werden und die Einheilung in vorgeschädigten Arealen, wie zum Beispiel nach Bestrahlung, möglich ist (3).
Dazu kommt, dass bei vaskularisierten Knochentransplantaten die Einheilungsrate bei dentalen Implantaten signifikant höher ist als bei nicht vaskularisierten

Knochentransplantaten (8).
Nachteile liegen in langen Operationszeit und des teils abweichenden Hautcolorits in der Empfängerstelle. Zusätzlich ist ein hohes Maß an chirurgischer Erfahrung notwendig, um eine solche mikrochirurgische Operation durchzuführen.
Für die Patienten, die sich einer solchen Operation unterziehen, bedeutet ein solcher Eingriff, neben der primären Deckung eines Defekts, die Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik sowie die Verbesserung der Lebensqualität (9,10).
Folglich leiden die Patienten bei einem frustranen Transplantationsversuch oder Komplikationen unter enormen psychischen Belastungen (11).
Trotz hoher Überlebensraten von über 95% (12,13), sollte somit die weitere Optimierung und Verbesserungen im Behandlungs- und Therapiekonzept in Bezug auf die Erhaltungsfähigkeit eines autologen Lappentransplantats stets angestrebt werden.

2.2 Komplikationen

Zu den häufigsten und folgeschwersten Komplikationen nach einer mikrovaskulären Lappentransplantation zählen die postoperativen Gefäßverschlüsse aufgrund von Thrombenbildung im arteriellen und venösen System, sowie Hämatome und Infektionen(14,15).
Solche postoperativen Komplikationen führen häufig zu einer operativen Revision der Empfängerregion, um das Transplantat zu retten. Bui et al. beschreiben eine Revisionsrate von 6% in den ersten 7 Tagen nach Operation(15).
Trotz frühzeitiger Erkennung solcher Komplikationen liegen die Überlebensraten der MAGT nach einer Revision bei 30-60% (16). Die Folge von ungelösten Komplikationen nach einer Revision partieller oder totaler Verlust der Lappenplastik aufgrund von Gewebenekrosen.

2.3 Mikrovaskuläre Lappentransplantate

Die verschiedenen mikrovaskulären Lappentransplantate sowie der operative Vorgang wird in den Grundzügen dargestellt.
Die MAGT werden nach ihrer Gewebezusammensetzung klassifiziert.
Unterschieden werden demnach fasziokutanen (Haut, Unterhaut, Faszie), myokutanen/myofasziokutanen (Haut, Unterhaut, Muskel), osteokutanen (Haut, Unterhaut, Knochen) und osteomyokutanen (Haut, Unterhaut, Muskel, Knochen) Transplantaten. Dieser Klassifizierung werden dann die verschiedenen Arten der freien Lappentransplantaten zugeordnet:

2.3.1 ALT

Das anterolaterale Oberschenkeltransplantat (Anterolateral Thigh Flap = ALT) wurde erstmals 1984 beschrieben(17) und wird durch seine hohe Vielseitigkeit an Anwendungsmöglichkeiten oftmals im Kopf- und Halsbereich sowie im Extremitätenbereich angewendet.
Für die Lappenentnahme wird als erstes gemäß der Größe des zu deckenden Defektes die Lappengröße eingezeichnet. Dabei sollte die Mitte des Lappens über den dopplersonografisch festgelegten Perforatorgefäßen liegen. Die Inzision wird an den seitlichen Enden des Lappens durchgeführt. Anschließend wird die Fascia Lata präpariert und unter Berücksichtigung der Gefäße durchtrennt. Die dominanten Perforatoren werden bis in die Tiefe verfolgt. Haben diese eine ausreichende Länge, wird der Gefäßstiel nach Klippung abzweigender Gefäßäste abgesetzt (17).
Der ALT-Lappen kann sowohl als myokutaner als auch fasziokutanes Transplantat gehoben werden(18).
Durch die Flexibilität in der Dicke und Größe sowie der hohen Menge an subkutanen Fettgeweben und Haut des Lappen bietet sich ein hohes Maß an Ästhetik und möglichen Einsätzen des ALT Lappens (19,20).
Ein weiterer Vorteil des ALT Lappens ist, dass die Operation in Rückenlage ohne Umlagerung des Patienten durchgeführt werden kann, was damit die Möglichkeit gibt, mit zwei Operationsteams zu arbeiten, und die Operationszeit verringern zu können (21).

2.3.2 DIEP

Der deep inferior epigastric perforator flap (DIEP-Flap) gilt in den meisten Kliniken als Goldstandard für die Rekonstruktion der Brust nach einer Mastektomie (22).
Wegen seiner Masse an Fettgewebe und der Schonung des Musculus rectus abdominis und seiner Faszie während der Lappenhebung ist er ein geeigneter Lappen nach einer Ablation des Brustgewebes (23).
Vor der Lappenhebung wird die Größe und Ausdehnung des Lappens beim Patienten im Sitzen oder Stehen eingezeichnet. Diese kann 12 cm lang und eine Ausbreitung von 22-24 cm lateral der Mittellinie annehmen. Vor dem ersten Schnitt wird per Dopplersonografie der Gefäßstiel identifiziert und markiert. Ebenso die superfiziellen Gefäße. Dabei kommen sowohl die ipsilaterale als auch die kontralaterale Seite im Bezug zur Mastektomieseite in Frage.
Der gehobene Lappen wird häufig mit der tiefen epigastrischen Arterie an der A. mammaria interna anastomosiert.(23)
Positiv bei dieser Lappenart zu beschreiben ist der Effekt einer Bauchdeckenstraffung an der

Spenderstelle, die bei vielen Patienten positiv beschrieben wird (23).

2.3.3 Fibulatransplantat

Das Fibulatransplantat ist wie der Name schon verrät ein knochentragender freier Lappen, der häufig bei Unterkieferrekonstruktionen eingesetzt wird.
Erstmals wurde dieses autologe Transplantat für den Ersatz des Unterkiefers von Hidalgo et. Al. Ende der 80er Jahre beschrieben(24).
Bei der Lappenhebung kann sowohl der Knochen allein als auch in Kombination mit einem Hautlappen vom Unterschenkel verwendet werden. Der Hautanteil wird dann häufig zur Rekonstruktion der Schleimhaut intraoral verwendet.
Bei größeren Weichteiltransfers muss der Defekt am Unterschenkel mit Spalthaut gedeckt werden, was sowohl funktionelle als auch ästhetische Nachteile mit sich bringen kann.
Dennoch stellt der Fibulalappen eine ausgezeichnete Option für ausgedehnte Knochendefekte dar. Er bietet eine große Menge an Knochenmaterial, das sich leicht in die gewünschte Form zur Rekonstruktion der Mandibula bringen lässt und zudem für dentale Implantate geeignet ist (25).

2.3.4 Gracilislappen

Das erste Mal beschrieben wurde der freie Gracilislappen von Harii et. al. 1976 (26).
Heutzutage wird das Gracilis-Transplantat häufig für kleine bis mittlere Wunden bis 25cm verwendet. Seine Hauptanwendungsbereiche liegen in der Reinnervation von Gesichtsnerven oder dem Ersatz von Gesichtsmuskulatur als mikroneurovaskulärer Muskellappen sowie bei Plexus Brachialis Traumata zum Ersatz des M. Biceps (27,26).
Auch als Transplantat für eine Brustrekonstruktion mittlerer und kleiner Größe findet dieser Lappen Verwendung (28).
Bei der Lappenhebung wählt man den Zugang längs oder medial in der medialen Oberschenkelbeugefalte und kann den Muskel entweder mit oder ohne Hautinsel präparieren.
Man mobilisiert den Muskel vom Ursprung am Ramus inferior ossis pubis bis zu seinem sehnigen Anteil, wo er am M. sartorius und M. semitendinosus ansetzt. Danach präpariert man den Hauptgefäßstiel bis zu seinem Ursprung an der Arteria profunda femoris. Meist weist der Hauptpedikel eine Länge von ca. 6 cm auf. Der Muskel wird über einen vorderen Ast des Nervus obturatorius innerviert, welcher bis zu einer Länge von 7 cm präpariert werden kann (26).

2.3.5 Latissimuslappen

Der Latissimus-dorsi-Lappen kommt häufig bei tiefen und ausgedehnten Defekten zum Einsatz, bei denen ein voluminöser, myokutaner Lappen benötigt wird, um beispielsweise die Kontur oder Masse wiederherzustellen (29).
1976 wurde der freie Latissimus-dorsi-Lappen von Baudet et. al. vorgestellt und letztendlich von Maxwell und seinem Team das erste Mal für eine Rekonstruktion im Hals- und Kopfbereich 1978 verwendet (30).
Nicht nur seine Größenvariabilität macht den Lappen in der Kopf-Hals-Rekonstruktionschirurgie beliebt sondern auch die Möglichkeit, ihn 3-Dimensional zu formen, um ihn in vielfältige Strukturen zu modellieren und diese zu verschließen (31).
Zudem weist sein Gefäßstiel eine suffiziente Länge und ein meist großes Kaliber auf.
Verwendung findet der Lappen bei Orbitarekonstruktionen, Rekonstruktionen der äußeren Kontur, Hartgaumenrekonstruktionen oder Rekonstruktion nach einer totalen Glossektomie, wobei dem Patienten häufig aufgrund von einem Tumorleiden die komplette Zunge entfernt wird.
Der Latissimus-dorsi-Lappen kann die Kontur und die Masse der Zunge sehr gut rekonstruieren und mit seiner meist haarlosen Hautinsel sowohl die Zunge als auch den Mundboden adäquat wiederherstellen (29,32).
Nachteile des Lappens liegen vorwiegend in dem Prozess der Lappenhebung, da der Patient häufig nach der Hebung und für die Transplantation umgelagert werden muss. Folglich ist es auch schwer mit zwei Teams gleichzeitig am Patienten zu operieren. Auch der Farb- und Strukturunterschied zum Beispiel zwischen Mundschleimhaut und der Haut des Latissimus ist als ästhetischer Nachteil zu erwähnen(31).
Der Verschluss der Entnahmestelle kann in den meisten Fällen primär erfolgen (29).

2.3.6 Parascapularlappen und Scapulalappen

Saijo identifizierte 1978 den dorsalen Anteil des Torsos als potentielle Hebestelle für Gewebetransplantate (33). 1986 wurde der Scapulalappen als Lappen mit viel Potential für die Rekonstruktion von Mandibular und Maxilla von Swartz beschrieben (34). Der Scapulalappen als auch der Parascapulalappen bieten eine gute Masse an Knochen- und Weichgewebsmaterial sowie eine große Variabilität in der Verwendung.
In Fällen mit ausgeprägtem Weichgewebsdefekten kann er auch als Kombination mit dem Latissimus-dorsi-Lappen gehoben werden (35).
Der Hauptast des Lappens ist die A. circumflexa scapluae welche ein Ast der A. scapularis ist. Die Länge des Knochenanteils kann verlängert werden, indem man einen Ast der thoracodorsalen Arterie mit absetzt (36).

Beim Operationsvorgang wird der Patient in einer seitlichen Position gelagert, sodass das OP-Feld für die Lappenhebung gut identifiziert werden kann. Der Knochenanteil wird von der lateralen Seite der Scapula gehoben und kann entweder am Hautast der Scapular oder der Parascapular basiert sein (36).
Aufgrund der intraoperativen Umlagerung des Patienten ist auch hier keine gleichzeitige Tumorresektion und Lappenhebung möglich, was die Operationszeit verlängert.
Der Lappen wird oft erst dann genutzt, wenn andere Optionen wie das Fibulatransplantat z.B. aufgrund von peripheren Verschlusskrankheiten nicht in Frage kommen (35). Doch gerade auch die Seltenheit von arteriosklerotischen Veränderungen im Gefäßstiel des Lappens macht ihn interessant für die Rekonstruktionschirurgie vor allem für Patienten mit Gefäßkrankheiten in der Anamnese (37).

2.3.7 Radialislappen

Der Radialislappen hat sich über die Zeit als sehr zuverlässiger Lappen in der Kopf- und Halsrekonstruktion erwiesen. Man bezeichnet ihn auch als „Work-Horse“ der Rekonstruktiven Chirurgie (38).
Zuerst erwähnt wurde der Radialislappen in China 1981 von Yang et. al. und wurde zunächst als „Chinese Flap“ bekannt (39).
Zur Lappenhebung werden zunächst die Form und die Größe des zu hebenden Lappens eingezeichnet und die Radialisarterie identifiziert. Mit dem Allen Test kann man intraoperativ überprüfen, ob die Hand durch die A. Ulnaris und den interossären Arterien noch suffizient mit Blut versorgt wird, nachdem die A. Radialis als Lappenstiel abgesetzt wird (40).
Der fasziokutane Lappen wird entlang der Arterie gehoben und bleibt nach der Ligatur abzweigender Gefäße bis zur endgültigen Transplantation in die Empfängerregion durchblutet (40). Die Spenderstelle kann bei geringer Größe auch primär verschlossen werden. Bei größeren Defekten empfiehlt sich ein Spalthauttransplantat. Da es möglich sein kann, dass die Handfunktion durch die Operation dauerhaft geschädigt wird, wird bei der Wahl der Spenderseite der nicht dominante Arm gewählt. Soutar et al. Beschreibt dieses Risiko aber eher theoretisch als praktisch relevant (41).
Durch die schlanke Art, den langen Gefäßstiel und den einfachen Weg der Lappenhebung wird der Lappen oft in intraoralen Rekonstruktionen für Zunge und Mundboden verwendet. Häufig ist die Haut am Unterarm auch haarlos, was für eine intraorale Anwendung spricht (38,41).

2.3.8 TMG

Der TMG Flap oder auch Transversaler-Myocutaner-Gracilis-Lappen wird für die Rekonstruktion kleiner bis mittlerer Brustrekonstruktionen bei schmalen Frauen verwendet (42). Auch in der Rekonstruktion der Zunge nach partieller oder totaler Glossektomie (43) oder anderen Rekonstruktionen im Kopf und Halsbereich wird der TMG-Flap eingesetzt.
Der Patient befindet sich während der Operation und der Lappenhebung in Rückenlage mit dem Spenderbein in einer abgespreizten und geflexten Position.(44). Die Inzision verläuft an der unteren Grenze des Lappens unter dem zuvor getasteten M. adductor longus.
Die Präparation des Gracilismuskels startet proximal und kann mit oder ohne Hautinsel präpariert werden. Der Hauptgefäßast findet sich 8-10 cm distal der Leiste und misst ungefähr 6 cm. Er besteht aus einer Arterie mit zwei begleitenden Venen. Falls nötig kann auf der anteriore Ast des Nervus obturatorius mobilisiert werden. Der Wundverschluss erfolgt direkt (45).
Zu den Vorteilen des TMG zählt vor allem, dass die Narbe gut kaschiert in der subglutealen Falte liegt. Zudem können zwei Teams gleichzeitig am Patienten die Tumorresektion vornehmen und den Lappen heben, was die Operationszeit verkürzt und das Risiko von intraoperativen Komplikationen verringert (45).
Vor allem schmale und zierliche Frauen, sowie Frauen, bei denen ein DIEP-Flap nicht in Frage kommt profitieren von dem Transversalen-Myocutanen-Gracilislappen (44,46).

2.4 Intraoperative Versorgung

Intraoperativ werden die Patienten intensiv durch ein Anästhesie-Team überwacht. Eine längere Operationsdauer zeigte sich in der Literatur vergesellschaftet mit höheren Komplikationsraten und Lappenverlusten (47).
Das Flüssigkeitsmanagement erfolgt während der Operationszeit häufig mithilfe von Kristalloiden, Kolloiden und Bluttransfusionen.
Eine Überversorgung des Patienten mit Flüssigkeiten kann zu Hämatomen, Thrombosen oder Dehiszenz des Operationsgebietes führen (48,49). Hinzu kommt, dass eine zielgerichtete hämodynamische Therapie den Einsatz von vasoaktiven Medikamenten wie Noradrenalin reduzieren kann. Diese Medikamente könnten Vasokonstriktionen im Mikrozirkulationsbereich des MAGT begünstigen (50).
Eine zielgerichtete Flüssigkeitsbilanz mit ausgeglichenen Bilanzen scheint erstrebenswert (51).
Ein einheitliches Anästhesieprotokoll ist nach dem jetzigen Stand der Forschung im Jahr 2026 nicht bekannt.

2.5 Postoperative Versorgung

Laut Shen et. al. treten die meisten Komplikationen innerhalb der ersten 72 Stunden nach der Transplantation auf (52). Das perioperative Management ist daher für das Lappenüberleben von entscheidender Bedeutung, zumal die Revisionserfolgsrate maßgeblich von der Zeit zwischen einem thrombotischen Ereignis und dem Erkennen der Komplikation abhängig ist (53) Trotzdem gibt es bis heute keinen einheitlichen Standard für die postoperative Versorgung von Patienten mit mikrovaskulären Lappentransplantaten (54).
Die meisten Patienten werden in den ersten 24 Stunden nach der Operation auf interdisziplinäre Intensivstationen überwacht. Regelhafte Überwachungsmaßnahmen der Lappenvitalität sind Rekapillarisierungszeit, Temperatur, Turgor, Farbe und in manchen Fällen die Doppler Sonografie (55).
Intra- und Postoperativ werden die Patienten in der Regel antikoaguliert. In der Literatur finden sich auch hier keine einheitlichen Therapievorgaben (56).
In den meisten Fällen werden Patienten entweder mit ASS, niedermolekularem Heparin, unfraktioniertem Heparin oder einer Kombination aus diesen antikoaguliert (57,58).
Die Therapie mit Antikoagulantien birgt auch Risiken wie zum Beispiel Blutungen, Hämatome und Thrombopenie (59).
Eine postoperative invasive Beatmung findet sich vor allem bei Patienten, welche MAGT im Kopf- Hals- Bereich erhalten haben. Die Patienten werden zum Schutz vor

Überbeanspruchung des OP-Gebietes mit besonderem Augenmerk auf die mikrovaskulären Anastomosen sediert und beatmet (60). Die meisten Patienten werden jedoch schon wenige Stunden nach der Operation extubiert (61).

2.6 Fragestellung

Trotz technischer Fortschritte und intensiver Forschung bestehen nach wie vor keine einheitlichen perioperativen Standards zur Vermeidung von Lappenverlusten in der mikrochirurgischen Rekonstruktion. Zudem zeigen sich in der Literatur häufig heterogene Studienergebnisse. Ziel dieser Arbeit ist es daher, das Auftreten von Lappenverlusten umfassend zu analysieren und spezifische Risikofaktoren zu identifizieren.
Während präoperative Faktoren wie Patientenalter, Geschlecht und Vorerkrankungen in zahlreichen Studien gut untersucht wurden, bleibt der Einfluss intraoperativer Variablen – wie Lappenauswahl, Defektlokalisation, Defektart, Flüssigkeitsmanagement, Katecholamingaben, intraoperative Antikoagulation und dynamische Laborparameter – bislang unzureichend beleuchtet.
Die vorliegende retrospektive Analyse basiert auf einer Datenauswertung der Universitätsklinik Köln. Im Fokus stehen dabei Lappentypen, Defektlokalisation und Defektart, ergänzt durch perioperative Parameter wie Flüssigkeitsmanagement und Medikamentengaben. Mittels multivariater Analysen sollen potenzielle Confounder identifiziert und der Einfluss einzelner Faktoren detailliert untersucht werden. Ziel ist es, bestehende Wissenslücken zu schließen, widersprüchliche Studienergebnisse zu erklären und mögliche protektive Ansätze zur Optimierung mikrochirurgischer Ergebnisse zu erarbeiten.
Zentrale Fragestellungen dieser Arbeit lauten:

1. Welche Risikofaktoren können für das Auftreten eines Lappenverlusts identifiziert werden?
2. Wie unterscheiden sich die Risikofaktoren in Bezug auf Lappentypen, Defektlokalisation und Defektart?
3. Lassen sich protektive Faktoren benennen?
4. Können die identifizierten Risikofaktoren durch klinische Maßnahmen des Operateurs gezielt berücksichtigt und Risiken reduziert werden, um Lappenverluste zu minimieren?

Teile dieser Dissertation sind in Zusammenarbeit mit Koautoren publiziert worden (62).
Die vorliegende Arbeit erweitert diese Ergebnisse um zusätzliche Analysen und Diskussionen.

3 Material und Methoden

3.1 Datenerhebung und Patientenkollektiv

Mithilfe des Krankenhausinformationssystem ORBIS, den OPS-Codes, sowie den Operationsplänen, wurden Patienten identifiziert, bei denen in den Jahren 2009-2020 eine mikrovaskuläre Lappentransplantation indiziert und in dem Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität zu Köln durchgeführt wurde. Auf Basis der Datenerhebung von 500 Patienten erfolgten retrospektive Analysen unter besonderer Betrachtung von verschiedenen prä-, post- und intraoperativen Parametern und im Hinblick auf die in Tabelle 1 aufgeführten Ein- und Ausschlusskriterien.
Nach Ausschluss von Patientendaten, deren Datenlage nicht ausreichend zu erheben war, oder die aufgrund der Ausschlusskriterien zu eliminieren waren, verblieben 495 mikrovaskuläre Lappentransplantationen zur Analyse für die vorliegende Dissertation.

Einschlusskriterien	**Ausschlusskriterien**
Indikation und Durchführung einer mikrovaskulären Lappentransplantation	*Exitus intra- oder postoperativ vor Einheilen des Lappens*
	Unvollständiger Datensatz

Tabelle 1: Einschluss und Ausschlusskriterien

3.2 Erhobene Parameter

Im Folgenden werden die erhobenen Parameter gruppiert vorgestellt. Gruppiert wurde nach physischen und pathologischen Grundzuständen, nach Intensivmedizinischen, Intraoperativen und postoperativen Parametern sowie Laborparametern.

Alter, Geschlecht und BMI

Das Alter wurde auf den Tag der Operation bezogen. Falls vorhanden, wurde der BMI mithilfe von Körpergröße und Gewicht berechnet.

Vorerkrankungen

Hierzu wurden Nikotinabusus, arterielle Hypertonie, periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus (jeglicher Art), Lungenvorerkrankungen (Asthma, COPD etc.), Hyperlipidproteinämie, Hyperlipidämie, Faktor 5 Leiden, Protein S Mangel, Protein C Mangel, Adipositas, Nierenvorerkrankungen und eine vorhergegangene Strahlentherapie erhoben.

Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation

Die Dauer des Aufenthalts wurde in Tagen angegeben.

Intensivmedizinische Maßnahmen

Als intensivmedizinische Maßnahme zählt hier die invasive Beatmung, Messung des mittleren arteriellen Drucks sowie die Dauer der Katecholamingabe.

Pneumonie postoperativ

Es wurde dokumentiert, ob der Patient im Laufe seines stationären Aufenthalts nach einer mikrovaskulären Lappentransplantation eine Pneumonie entwickelte.

Flüssigkeitszufuhr und Eigendiurese intraoperativ

Die Flüssigkeitszufuhr und die Eigendiurese wurden in Millilitern angegeben.

Blutverlust und Gabe von Blutprodukten intraoperativ

Die Angabe des Blutverlustes erfolgte in Millilitern. In Hinblick auf die Blutprodukte wurde die Anzahl der intraoperativ verabreichten Erythrozyten-Konzentrate erhoben.

Neck Dissection

Es wurde dokumentiert, ob in der gleichen Operation wie die mikrovaskuläre Lappentransplantation auch eine Neck Dissection erfolgte.

Diagnose, Lokalisation und Art des Defekts

Als Diagnose wurde die Hauptdiagnose in die Liste der Parameter aufgenommen, welche als Grund der Rekonstruktion genannt war. Zur besseren Übersicht wurden die Diagnosen eingeteilt in Tumordiagnosen, Trauma, Infektionsdiagnosen und sonstige Diagnosen.
Unter sonstige Diagnosen sind Wundheilungsstörungen wie zum Beispiel Nekrosen, diabetisches Fußsyndrom oder chronische Wunden zusammengefasst.
Die Art des Defektes wurde differenziert als ein Knochendefekt, Weichteildefekt oder eine Kombination aus Knochen- und Weichteildefekt.
Die Lokalisation des Defekts wurde eingeteilt in Obere Extremität, untere Extremität, Kopf/Hals, Intraoral und Thorax.

Lappentyp, Seite, Anastomoseart und Anzahl der Perforatoren

Folgende Lappenplastiken wurden innerhalb des analysierten Zeitraums vorgenommen: Radialislappen, Latissimuslappen, freier osteokutaner Fibulatransplantat, Anterolateral Thigh Perforator Lappen (ALTP), Gracilislappen, Transverse Rectus Abdominis Musculokutaneus-Lappen (TRAM), Deep Inferor Epigastric Artery Perforator Lappen (DIEAP), Skapula bzw Paraskapularlappen, Jejunumtransplantat, Pectoralislappen, Serratuslappen (in Kombination mit einem Latissimuslappen), Transversaler Muskulus Grazilis Lappen (TMG). Zur weiteren Eingrenzung und besseren Berechnung wurden die Lappentypen in Lappentyp Arm (Radialis), Bein (Fibulatransplantat, ALTP, Gracilislappen), Thorax (Skapula-/Paraskapularlappen, Pectoralislappen, Serratuslappen, Latissimuslappen) und Abdomen (DIEAP, Jejunumtransplantat, TRAM) eingeteilt.

Dauer der OP, Position des Patienten intraoperativ

Als Dauer der Operation zählt hier die Zeit vom ersten Schnitt bis zur Naht, gemessen in Minuten. Der Patient wurde entweder in Rücken oder Seitenlage positioniert. Falls eine Umlagerung intraoperativ stattfand, wurde dies ebenfalls berücksichtigt.

Intraoperative und postoperative Antikoagulation

Hierzu zählen die Art, Dosierung in IE pro 24h und der Wirkstoff des Antikoagulants.

Eigendiurese und Flüssigkeitsbilanz der ersten 5 postoperativen Tage

Die Eigendiurese wurde in Millilitern angegeben. Bei der Flüssigkeitsbilanz wurde aufgenommen, ob der Patient an dem jeweiligen postoperativen Tag eine negative, positive oder ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz zu verzeichnen hatte. Zusätzlich wurde die Flüssigkeitsbilanz am Verlegungsdatum von Intensiv- auf Normalstation bzw. bei Nichtaufenthalt auf der Intensivstation, am Entlassungsdatum erhoben.

Gabe von Blutprodukten postoperativ

Hierzu zählt die Menge an Erythrozyten-Konzentraten, welche der Patient während seiner Liegezeit auf der Intensivstation bekommen hat.

Lappenmonitoring

Zum Lappenmonitoring zählt hier die Verwendung eines Dopplers zur Kontrolle des Blutflusses im transplantieren Gebiet, sowie die Häufigkeit der Verwendung pro Stunde.

Beatmungsparameter intra- und postoperativ

Diese Parameter umfassen PEEP, PAW, FEO2, FIO2, AF, AMV und der SPO2.
Postoperativ wurden jeweils in den ersten 5 postoperativen Tagen PEEP, FIO2, PO2 und PCO2 aufgenommen.

Laborparameter prä-, post- und intraoperativ

Hierzu zählen, Laktat, HB, Quick, PTT, Leukozytenkonzentration, Thrombozytenkonzentration und der CRP.
Postoperativ wurde der HB, Quick, PTT, Leukozytenkonzentration, Thrombozytenkonzentration und der CRP für die ersten 5 postoperativen Tage dokumentiert.
Der Laktatwert wurde postoperativ für die ersten 3 postoperativen Tage erhoben.

Komplikationen

Zu den aufgenommenen Komplikationen gehören Ausbildung eines Hämatoms, Nahtinsuffizienz, intraoperative Komplikationen, Teilnekrosen, Infektion sowie arterielle sowie venöse Ereignisse wie zum Beispiel eine Stauung oder Bildung einer Thrombose in den Lappengefäßen.

Revisionsoperation

Einbezogen wurde hier, ob eine Revisionsoperation geplant wurde und an welchem postoperativen Tag die erste Revisionsoperation durchgeführt wurde.

Verlust des Transplantats

Als Verlust des Transplantats gilt die operative Entfernung des transplantierten Lappens.

Die aufgeführten erhobenen Parameter wurden auf ihren Einfluss auf den Verlust des

Lappentransplantates hin analysiert und im Hinblick auf die Kovariaten Lappenart, Defektart und Defektlokalisation kategorisiert.

3.3 Statistische Analyse

Die erhobenen Patientendaten wurden zunächst in einer Excel Tabelle erfasst und numerisch codiert. Zur statistischen Analyse der Daten wurde das Programm IBM SPSS Statistics für Mac Version 27.0 (Statistik- und Analyse- Software der Firma IBM, SPSS Inc., U.S.A.) verwendet.
Die kategorialen Variablen wurden auf ihre Häufigkeiten untersucht, sowie die metrischen Variablen auf ihre Mittelwerte, Mediane, Standardabweichung und Perzentile.
Die nominalen Parameter wurden mit Hilfe von Kreuztabellen mittels Chi Quadrat Test oder exaktem Test nach Fisher auf ihre Signifikanz hin untersucht.
Mit den in den Kreuztabellen als signifikant erwiesenen kategorialen Variablen wurde eine logistische Regressionsanalyse hinsichtlich des Lappenverlustes durchgeführt, um quantifizieren zu können, inwieweit sich die Kategorien der Prädiktoren in ihrer Wahrscheinlichkeit unterscheiden, zu einem Lappenverlust zu führen.
Zunächst wurden die Variablen in schrittweisen Modellen analysiert um sie anschließend mit einfachen Modellen mit den vorgestellten Kovariaten zusammen zu untersuchen.
Dies bietet eine detaillierte Betrachtung des Einflusses der Prädiktoren unter Berücksichtigung der Kovariaten Lappentyp, Defektlokalisation und Defektart
metrische Variablen wurden mit der logistischen Regression hinsichtlich ihres Einflusses auf das Lappenüberleben untersucht. Hier wurde analog zu der Analyse der kategoriellen Variablen ein schrittweises Modell berechnet um anschließend die als interessant erachteten Prädiktoren zusammen mit den Kovariaten Lappentyp, Defektlokalisation und Defektart auf ihren Einfluss auf das Lappenüberleben hin zu analysieren.
Ein statistischer Unterschied wurde dann als signifikant anerkannt, wenn er zu mindestens 95% nicht nur durch den Zufall zu erklären war (Signifikanzniveau: $p < 0,05$).
Die Voraussetzungen zur Durchführung einer logistischen Regression wurden mithilfe des Box-Tidwell-Verfahrens für alle metrischen Variablen überprüft.
Die Modelle wurden zusätzlich auf Multikolinearität überprüft, um eine Korrelation der einzelnen Variablen zu verhindern.

4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Analyse

4.1.1 Patientenbezogene Daten

In der folgenden Studienkohorte mit insgesamt 495 analysierten Patientenfällen wurden 54,1% Männer und 45,9% Frauen in der Abteilung für Mund-, Kiefer-, und plastische Chirurgie der Uniklinik Köln mit mikrovaskulären Lappentransplantaten versorgt. Von den 495 analysierten transplantierten Patienten, erlitten 14,5% (n=71) einen Verlust des Lappentransplantates.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
Gültig	weiblich	227	45,9	45,9
	männlich	268	54,1	54,1
	Gesamt	495	100,0	100,0

Tabelle 2: Verteilung der Geschlechter

Im Durchschnitt lag das Alter der untersuchten Patienten bei 61,28 Jahren.

4.1.2 Vorerkrankungen

Die relevanten Vorerkrankungen wurden den Anamneseangaben entnommen. Hier wurden arterielle Hypertonien, periphere arterielle Verschlusskrankheit (PAVK), Nikotinabusus, Diabetes und eine vorangegangene Bestrahlung des OP-Feldes erfasst.
Bei 40% wurde eine arterielle Hypertonie diagnostiziert, 13,5% der Patienten litten an Diabetes, bei 20% wurde ein Nikotinabusus erfasst, 10,7% wurden bestrahlt und 5,8% litten unter einer PAVK.
Krankheiten, die auf eine gestörte Blutströmung hinweisen wurden in dieser Untersuchung bevorzugt aufgenommen, da diese Vorerkrankungen ein Zusammenhang mit dem Auftreten von hämatologischen Komplikationen bei einer Versorgung mit einem mikrovaskulären Lappentransplantat darstellen könnten.

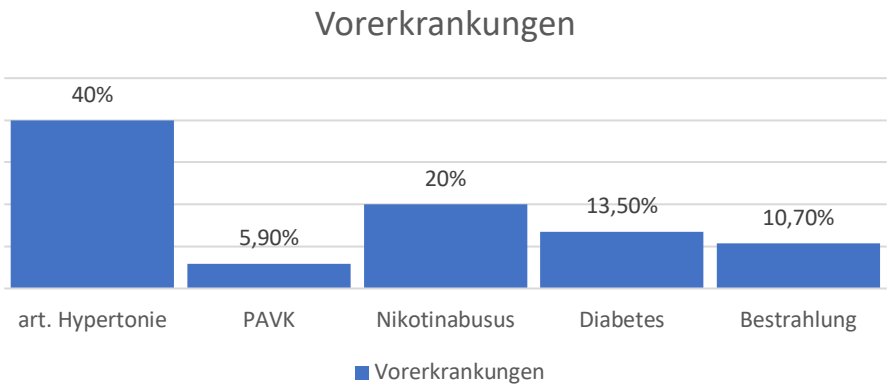


Abbildung 1: Vorerkrankungen

4.1.3 Defekt- und Lappenbezogene Parameter

Aufgrund der hier zu untersuchenden Fragestellung wurden die Lappentypen in ihre Spenderregion unterteilt. Hierbei zeigte sich, dass 49,3 % der Lappen vom Arm, 35,6% vom Bein, 9,7% vom Thorax und 5,5 % vom Abdomen entnommen wurden (N=495).

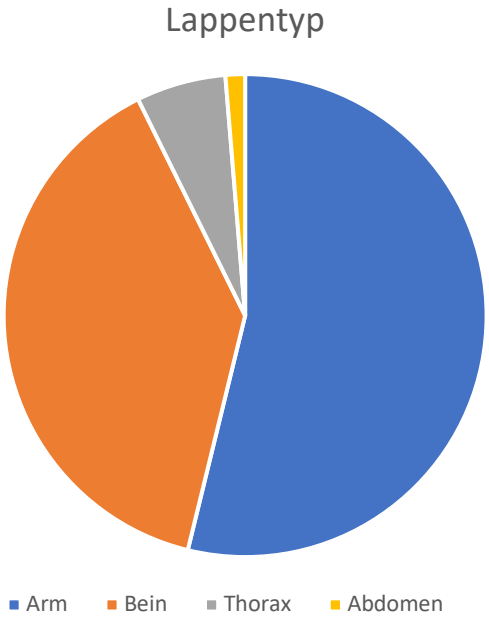


Abbildung 2: Lappentypen

Die Defektarten wurden aufgeteilt in Knochendefekt, Weichteildefekt und die Kombination aus beiden. Bei 76,8 % der operierten Patienten lag ein Weichgewebsdefekt vor. Bei 107 von 495 Patienten (21,6%) stellte sich ein kombinierter Weichgewebs- und Knochendefekt dar. Von den 495 Patienten wurde bei 7 (1,4%) ein Knochendefekt gedeckt.

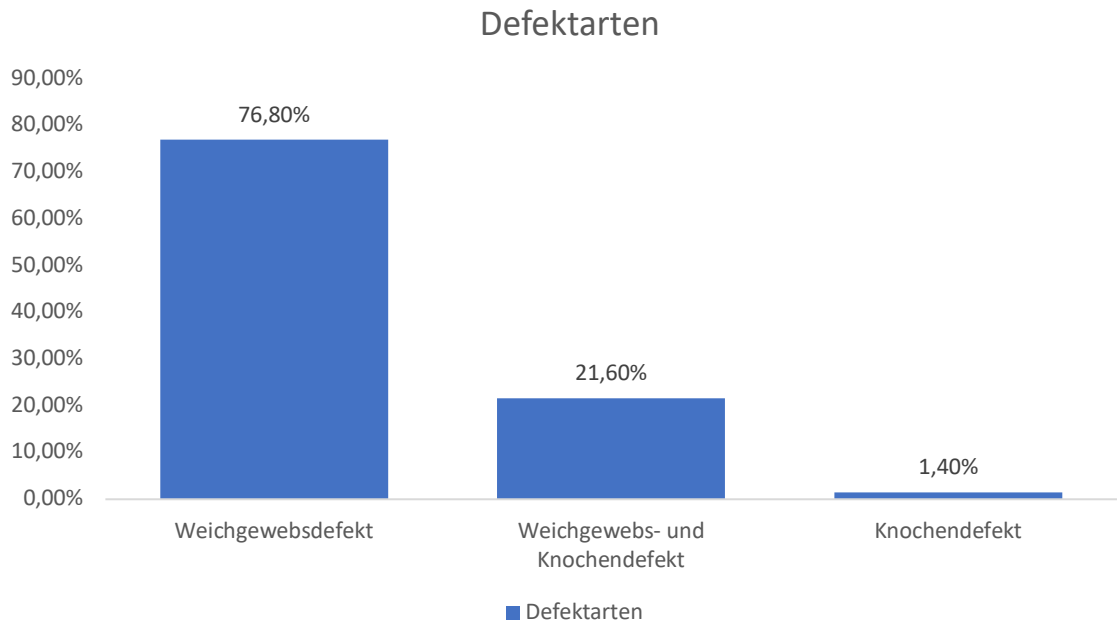


Abbildung 3: Defektarten

4.1.4 Diagnose

Ebenfalls analysiert wurde die Diagnose, welche die Lappentransplantation indizierte. Hier wurde unterschieden zwischen Tumor-, Trauma-, Infektion- oder sonstiger Diagnose. Unter sonstiger Diagnose wurden Wundheilungsstörungen, Nekrosen, chronische Wunden, Kompartement-Syndrom und das diabetische Fußsyndrom zusammengefasst.
Die Häufigkeit der Tumordiagnosen war hierbei am höchsten mit 85,7% gefolgt von den sonstigen Diagnosen mit 7,10% (N=495).

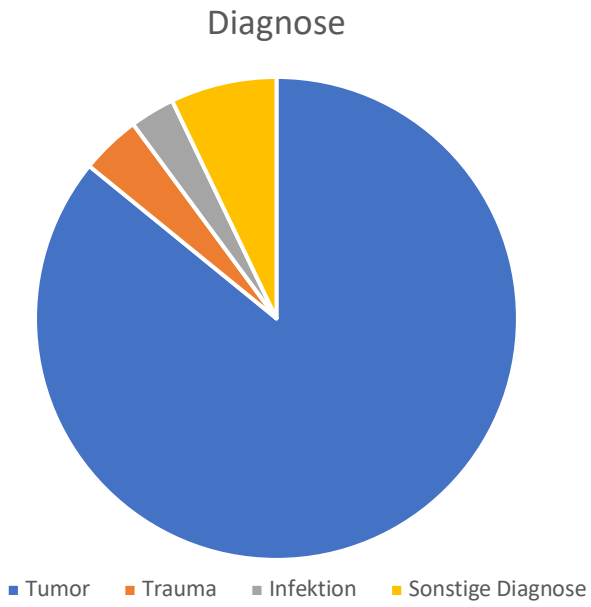


Abbildung 4: Diagnose

4.1.5 Lokalisation des Defektes

Um die Empfängerregion des Lappens zu untersuchen, wurde die Lokalisation des Defektes in intraoral (72,1%), Kopf/Hals (10,5%), obere Extremität (1,4%), Thorax/Brust (5,9%) und untere Extremität (9,9%) gruppiert (N=494).

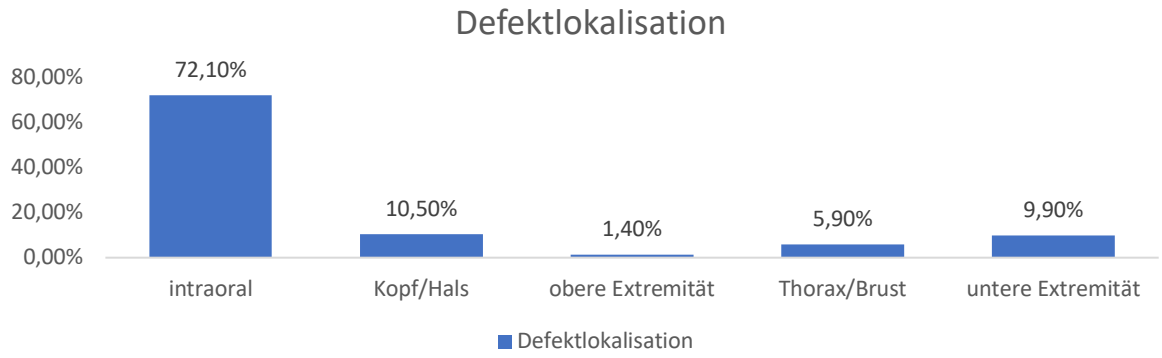


Abbildung 5: Defektlokalisation

4.1.6 Intraoperative Parameter

Unter den intraoperativen Parametern wurden die intraoperative Gabe der Antikoagulantien, die OP Zeit (Schnitt-Naht), Beatmungsparameter (PEEP, PAW, Atemminutenvolumen, Atemfrequenz, FEO2, FiO2), der Laktatwert, der Hb-Wert sowie die Menge des Blutverlustes und die Menge an verabreichten Blutkonserven erhoben.
Zudem wurde ermittelt, ob im gleichen Eingriff eine Neck-Dissection und eine Transplantation mit einem mikrovaskulären Lappentransplantat durchgeführt wurden.
Um einen Überblick über die Flüssigkeitsbilanzen während der Operation zu bekommen wurden zusätzlich noch die Gesamtmenge der verabreichten Flüssigkeiten, sowie die Menge an Kristalloiden- und kolloidalen Infusionslösungen analysiert.
Im Durchschnitt dauerte eine Operation 492,48 Minuten (N=495). Die kürzeste Operation hatte eine Zeit von Schnitt und Naht von 69 Minuten, während die längste eine Dauer von 1041 Minuten umfasste (±SD 144,92).
Die hohe Standartabweichung kann mit den verschiedenen Diagnosen und Indikationen für die Lappenoperation einhergehen, sowie der Tatsache, dass oft noch andere Eingriffe wie zum Beispiel das Durchführen einer Neck Dissection (69,4%; n=396) oder Trachetomie mit Anlage eines Tracheostomas in der gleichen Operation vollzogen wurde. Letzteres wurde in dieser Untersuchung nicht näher betrachtet.

Neck_Dissection

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	nein	121	24.4	30.6	30.6
	ja	275	55.6	69.4	100.0
	Gesamt	396	80.0	100.0	
Fehlend	System	99	20.0		
Gesamt		495	100.0		

Tabelle 3: Neck Dissection

Intraoperativ wurde in 63,8% (n=351) der untersuchten Fälle Heparin verabreicht.

Heparin intraoperativ

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	nein	127	25,7	36,2	36,2
	ja	224	45,3	63,8	100,0
	Gesamt	351	70,9	100,0	
Fehlend	System	144	29,1		
Gesamt		495	100,0		

Tabelle 4: Heparin intraoperativ

Insgesamt wurden im Mittel 6,64 Liter (N=412) Volumen intraoperativ transfundiert.
Dieses Gesamtvolumen setzt sich zusammen aus durchschnittlich 387,67ml Kolloidale (N=377), 5,992 Liter Kristalloide (N=413) sowie 1,13 Erythrozytenkonzentrate(N=412). Ein Erythrozytenkonzentrat besitzt ein Volumen von ca 300ml.
Der mittlere Blutverlust während der Operation betrug 909,84ml (N=395).
Während der Operation befindet sich der Patient in einer Vollnarkose unter Muskelrelaxation, welche eine invasive Beatmung notwendig macht.
Der durchschnittliche positive endexspiratorische Druck (PEEP) lag hier bei 5,9 mbar (N=394), der Atemwegsdruck (PAW) wurde zur detaillierteren Betrachtung in 3 Gruppen ermittelt. Als niedrigsten Wert, mittleren Wert und höchsten Wert während der Operationsdauer.
Der mittlere niedrigste Wert betrug 17,17mbar (N= 393), der mittlere Wert betrug im Mittel 19,38mbar (N=391) sowie der mittlere höchste Wert 21,86mbar (N=390).
Bei der Bestimmung der inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (FIO2) wurde analog vorgegangen.
Der unterste Wert beträgt im Mittel 34,2% (N=392), der mittlere Wert 62,1% (N=390) und der höchste Wert 87,9% (N=390).
Der Laktat-Wert und der Hb-Wert während der Operation wurden ebenfalls nach diesem Schema erhoben.
Der unterste Laktat-Wert betrug im Schnitt 0,79mmol/l (N=120), der mittlere 0,99 mmol/l (N=113) und der höchste Laktat-Wert betrug im Mittel 1,25mmol/l (N=106).
Der niedrigste gemessene Hb-Wert während der Operation betrug im Schnitt 9,89 g/dl (N=384), der mittlere 10,99 g/dl (N=369) sowie der höchste 12,11 g/dl (N=347).

4.1.7 Intensivmedizinische Parameter

Die Intensivmedizinischen Parameter belaufen sich in dieser Untersuchung auf die Dauer des Aufenthaltes auf der Intensivstation, die Dauer der invasiven Beatmungstherapie und der Anwendung einer Dopplerunterschung.
Nicht bei allen Patienten in dieser Untersuchung war ein Aufenthalt auf der Intensivstation indiziert. Die Durchschnittliche Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation betrug 4,73 Tage (N=448).
Von diesen Patienten wurden 82,5% (N=423) invasiv beatmet. Die Durchschnittliche Beatmungsdauer lag bei 2,18 Tagen (N=344).
Die Überprüfung der Durchblutung des Transplantates mittels Dopplersonografie wurde bei 43,6% (N=179) der Patienten durchgeführt

4.1.8 Postoperative Parameter

Als Postoperative Parameter wurden die Laborparameter der ersten 3 postoperativen Tage erhoben. Hämoglobingehalt, Partielle Thromboplastinzeit, Thrombozytenzahl sowie der Wert des C-reaktiven Proteins

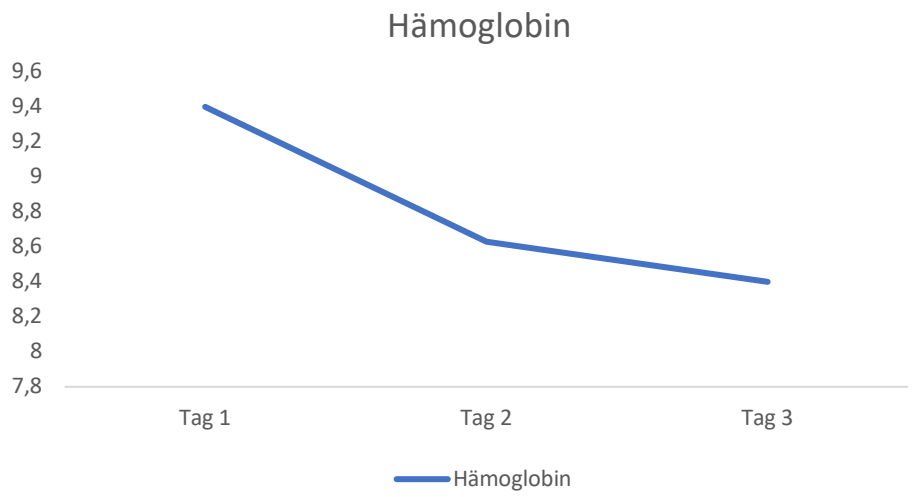


Abbildung 6 : Hämoglobin postoperativ

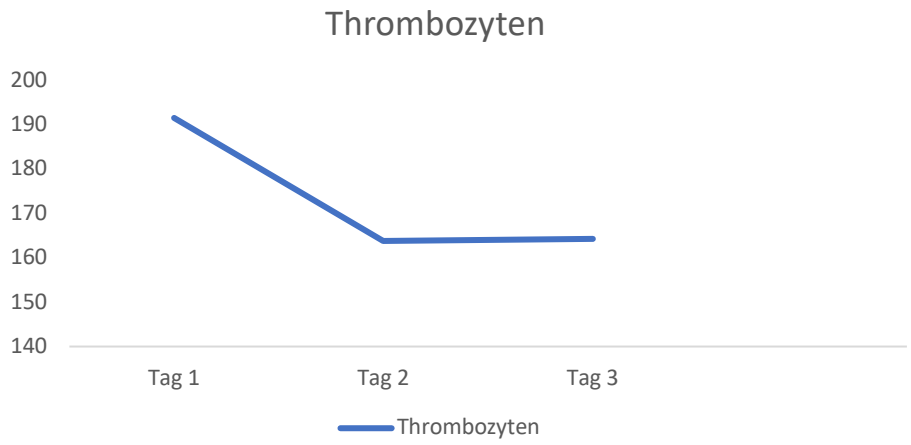


Abbildung 7: Thrombozyten postoperativ

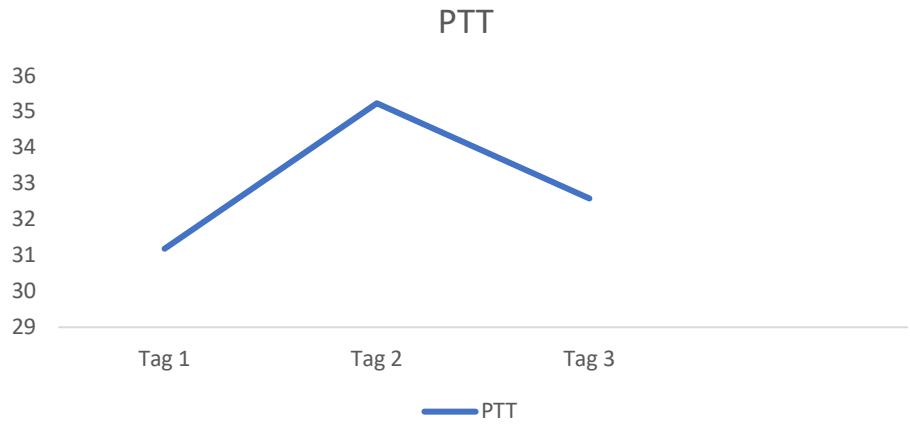


Abbildung 8: PTT

Zudem wurde die Antikoagulation der Patienten untersucht. Dabei wurden die untersuchten Patienten nach den verabreichten Antikoagulantien aufgeteilt.
Demnach bekamen die Patienten postoperativ entweder nur ASS (0,9%; N=342), niedermolekulares Heparin (57%; N=342), unfraktioniertes Heparin (17,3%; N=342), eine Kombination aus ASS und unfraktioniertem Heparin (1,5%; N=342) oder niedermolekularem und unfraktioniertem Heparin (2,4% N= 343).

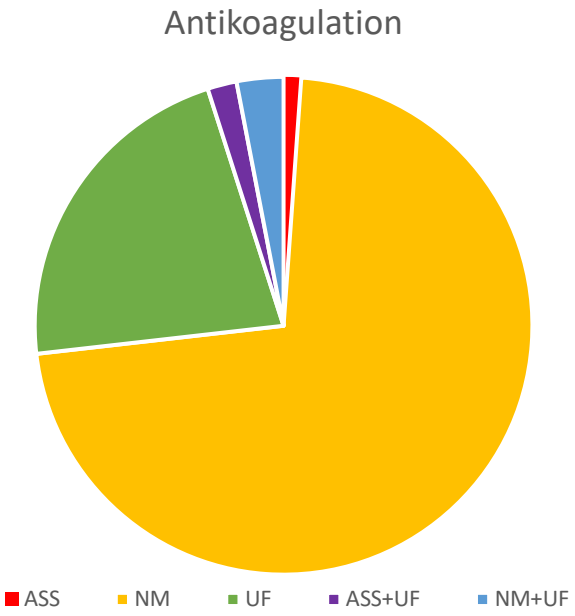


Abbildung 9: Antikoagulation

Wenn postoperativ Komplikationen auftraten, wurden diese nach Ihrer Art gruppiert und deskriptiv analysiert. Demnach zeigten sich folgende Ergebnisse (N=471):

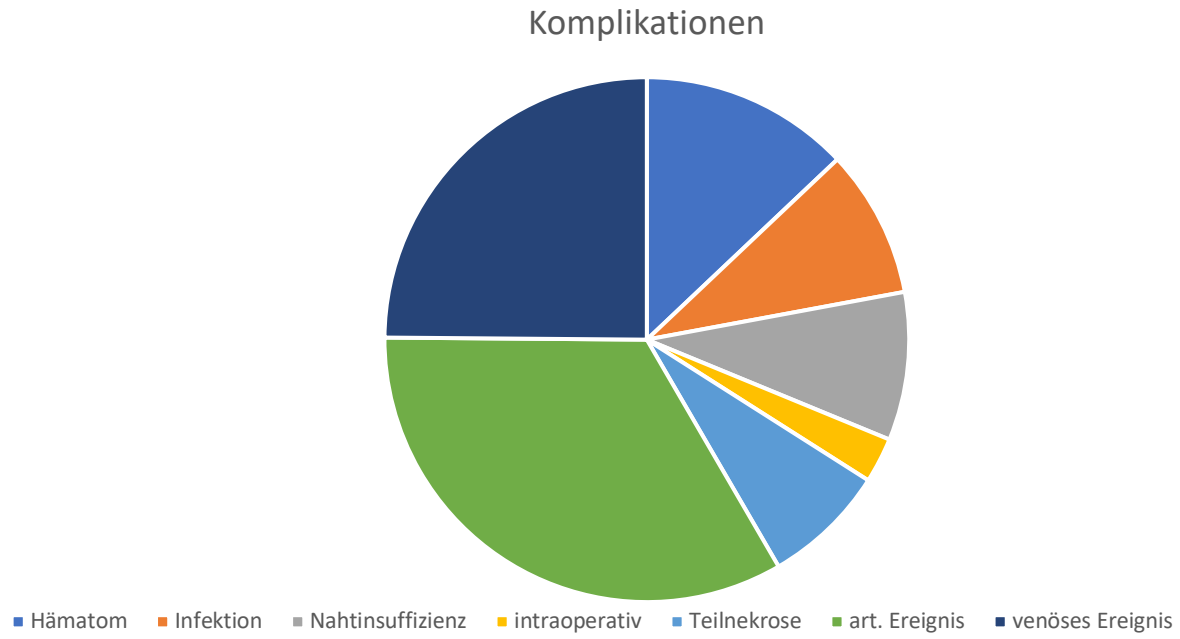


Abbildung 10: Komplikation

Hämatome traten in 9,8% der untersuchten Fälle auf. Arterielle und venöse Ereignisse wie zum Beispiel Thrombosen traten arteriell in 13,8% und venös in 9,8% der Fälle auf. Klinisch relevante Infektionen konnte man in 3,6% der Fälle beobachten. Das Auftreten von Nahtinsuffizienzen zeigte sich in 3,6% der Fälle sowie Teilnekrosen in 3% der Fälle. Zudem wurden die intraoperativen Lappenverluste erhoben, die in 1,1% auftraten.

4.2 Zusammenhang zwischen transplantatbezogenen Parameter und dem Auftreten eines Lappenverlustes

Die zuvor erläuterten unabhängigen Variablen wurden mithilfe des Chi2-Tests (Kreuztabellen) auf einen möglichen Zusammenhang mit einem Lappenverlust analysiert. Hier zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen den Variablen

1)Lappentyp und Lappenverlust ($Chi^2(3)=16,850$, $p = .001$ (Monte-Carlo-Simulation), Cramer-V = .186)

2)Defektlokalisation und Lappenverlust ($Chi^2(4)=24,231$, $p <.001$ (Monte-Carlo-Simulation), Cramer-V = .223)

3)sonstige Diagnose und Lappenverlust (Fisher-Exact: $p = .01$), Phi = .133,

4) Tumordiagnose und Lappenverlust ($Chi^2(1)=12.997$, $p <.001$, Phi = -.163) 5)intraoperative Heparingabe und Lappenverlust ($Chi^2(1)=6.845$, $p =.009$, Phi = -.140)

6)Häufigkeit der Dopplersonografie und Lappenverlust ($Chi^2(4)=11.176$, $p = .022$ (Monte-Carlo-Simulation), Cramer-V = .259)

7)arterielles Ereignis und Lappenverlust ($Chi^2(1)=123.063$, $p <.001$, Phi = .511)

8)venöses Ereignis und Lappenverlust ($Chi^2(1)=20.162$, $p <.001$, Phi = .207)

9)Teilnekrose und Lappenverlust (Fisher-Exact: $p <.001$, Phi = .262)

4.3 Zusammenhang zwischen transplantatbezogenen Parameter und dem Auftreten eines Lappenverlustes kategorisiert nach Lappentyp, Defektart und Defektlokalisation

Für eine detaillierte Betrachtung wurden die Variablen im Hinblick auf den Zusammenhang mit einem Lappenverlust nach den Kovariaten Lappentyp, Defektart und Defektlokalisation kategorisiert und mittels Kreuztabellen analysiert.

4.3.1 Diagnose

In der Analyse mit Hilfe der Kreuztabellen zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Infektionsdiagnose und Lappenverlust bei der Betrachtung von Weichteildefekten (Fisher-Exact: p = 0.036, Phi = .120).
Die Defektart kombinierter Weichteil und Knochendefekt zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Lappenverlust im Hinblick auf eine ursprüngliche Infektionsdiagnose. Zur Analyse der Knochendefekte lagen zu wenige Fälle vor.
Litt der Patient an einer sonstigen Diagnose, zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dieser Gruppe und dem Lappenverlust, sofern der zu deckender Defekt an der unteren Extremität lokalisiert ist (Fisher-Exact: p = 0.04, Phi = .33). Zudem konnte dieser Effekt in derselben Gruppe dargestellt werden, bei denen sich der zu deckender Defekt als Weichgewebsdefekt darstellte (Fischer-Exact: p = 0.004, Phi = .165).
Bei Defekten, die intraoral und in der Kopf-/Halsregion lokalisiert sind, sowie bei kombinierten Knochen- und Weichgewebsdefekten konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Lappenverlust und sonstiger Diagnose festgestellt werden.
Die Defektlokalisationen obere Extremität und Thorax/Brust, sowie Defekte die als reiner Knochendefekt imponierten, konnten aufgrund von zu vielen fehlenden Daten nicht analysiert werden.
Im exakten Test nach Fisher zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Tumordiagnose und dem Lappenverlust, sofern der zu deckende Defekt mit einem Lappentransplantat vom Bein versorgt wurde (Fischer-Exact: p = 0.026, Phi = .181).
Zusätzlich konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem Lappenverlust und der Tumordiagnose hergestellt werden, wenn der zu deckende Defekt nur als Weichgewebsdefekt vorlag (Fisher-Exact: p < .001, Phi = .187).
Wurden Lappentypen vom Arm, Bein oder Thorax verwendet, oder imponierte der Defekt als Knochen und Weichgewebsdefekt konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Lappenverlust und Tumordiagnose festgestellt werden.

Defekte, die mit einem Lappentransplantat vom Abdomen versorgt wurden oder nur Defekte im Knochengewebe, konnten aufgrund von fehlenden Daten nicht analysiert werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mikrovaskuläre Lappentransplantate vom Bein, die in Folge einer Tumordiagnose transplantiert wurden, eine höhere Wahrscheinlichkeit eines Lappenverlustes besitzen als andere Lappentypen

4.3.2 intraoperative Verabreichung von Heparin

In den folgenden Abbildungen sind die Anzahl der MAGT-Patienten dargestellt, die intraoperativ Heparin verabreicht bekommen haben.
Zusätzlich werden hier nur die Fälle betrachtet, bei denen sich der Defekt als reiner Weichgewebsdefekt darstellte oder nur Lappenplastiken vom Arm verwendet wurden, da sich hier im exakten Test nach Fisher ein signifikanter Zusammenhang zwischen intraoperativer Heparingabe und Lappenverlust bei der Deckung reiner Weichgewebsdefekte (Fisher-Exact: p = 0.003, Phi = .193), sowie bei Verwendung eines MAGT vom Arm (Fisher-Exact: p = 0.044, Phi = .155) darstellte.
Folglich kann von einem Zusammenhang ausgegangen werden zwischen der intraoperativen Gabe von Heparin und des Lappenverlustes bei der Verwendung von Radialislappen oder bei der Deckung von Weichteildefekten.

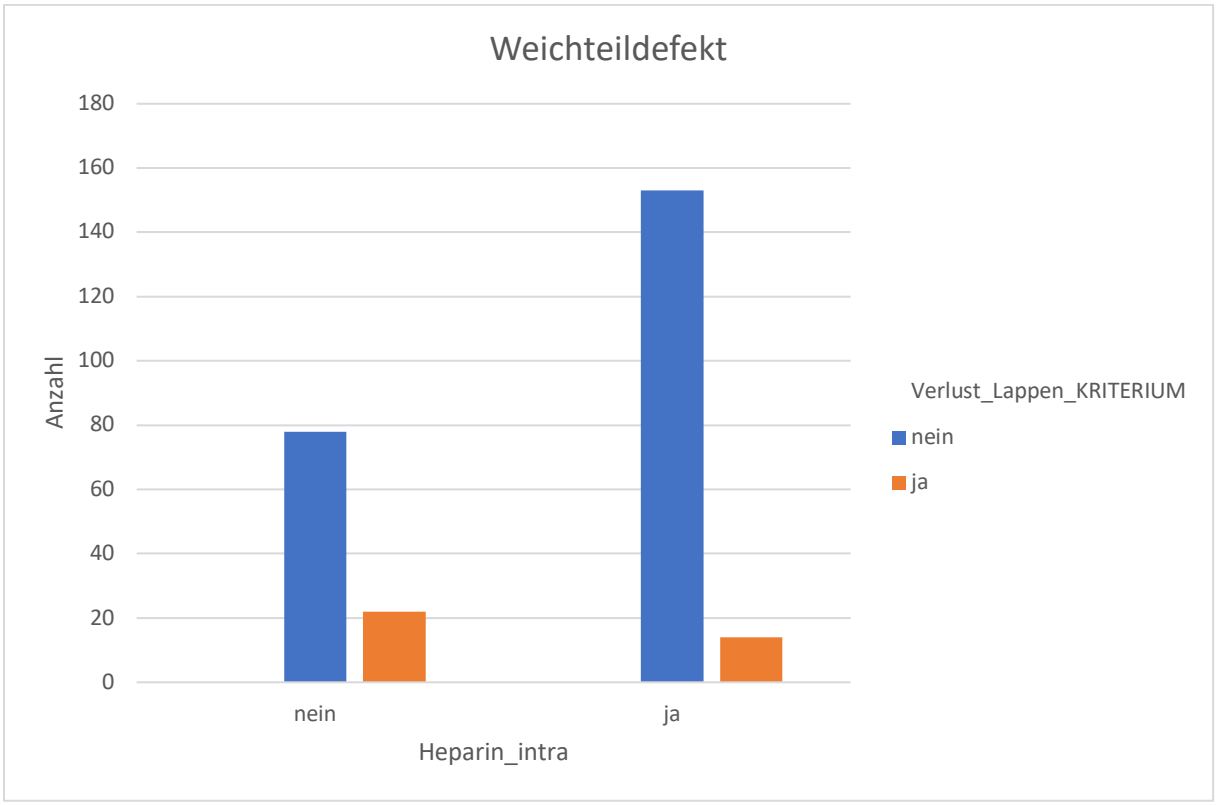


Abbildung 11: Weichgewebsdefekte und Lappenverlust

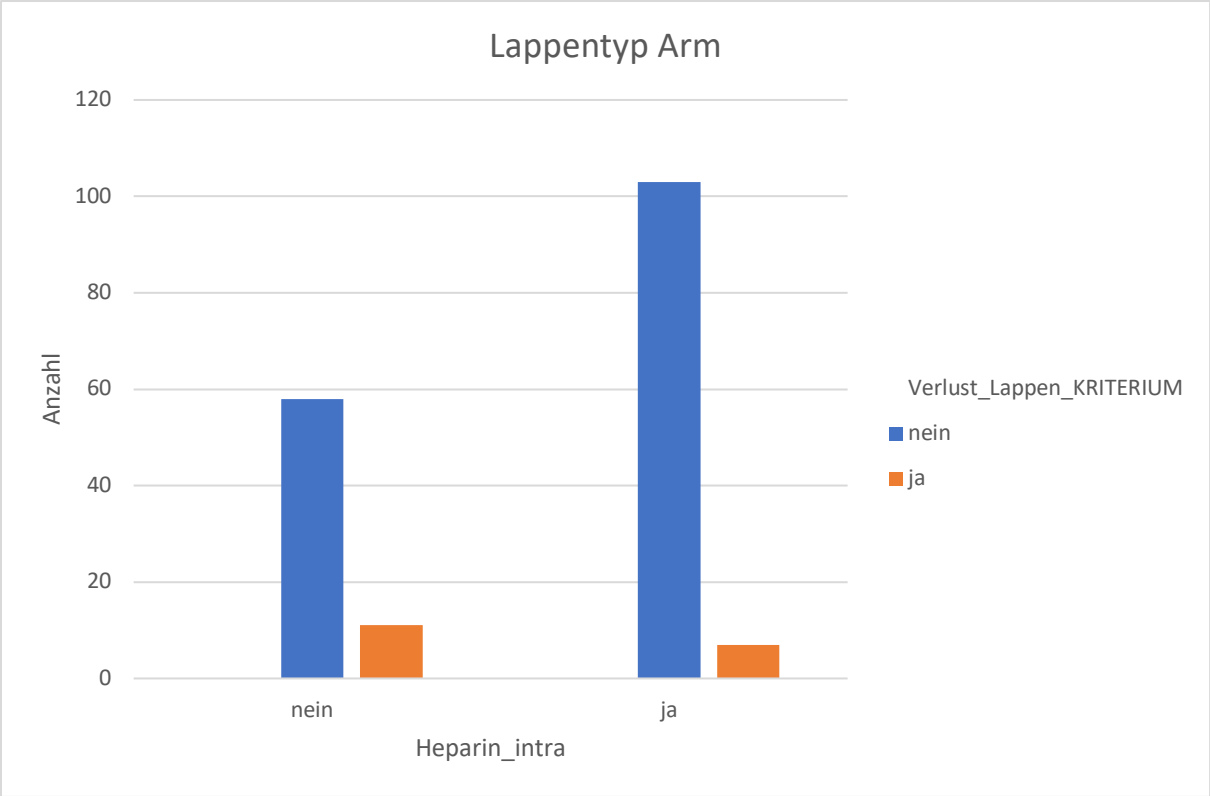


Abbildung 12: Lappentyp Arm und Heparin

Zeigte sich der vorliegende Defekt als kombinierter Weich- und Knochengewebsdefekt, konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Lappenverlust und einer intraoperativen Heparingabe festgestellt werden (Fisher-Exact: p=0.566, Cramer-V= 0.020) Ebenso zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang, wenn die Defekte mit einem Lappentransplantat vom Bein (Fisher-Exact: p=0.275, Phi= 0.102) oder Thorax (Fisher-Exact: p=0.580, Cramer-V= 0.149) versorgt wurden.
Reine Knochengewebsdefekte sowie Defekte, die mit einem Lappentransplantat vom Abdomen versorgt wurden, konnten aufgrund von zu vielen fehlenden Daten nicht analysiert werden.

4.3.3 Häufigkeit der postoperativen Dopplersonografie

Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen einem Verlust des Lappentransplantats und der Häufigkeit der postoperativen Dopplersonografie konnte ein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden, sofern eine Lappenplastik vom Bein kommend verwendet wurde (Fisher-Exact: p = 0.023, Cramer-V = .055) oder der Defekt als reiner Weichgewebsdefekt vorlag (Fisher-Exact: p = 0.026, Phi = .282)
Der Wert „0“ bedeutet hier, dass keine Dopplersonografie des Lappens stattgefunden hat.

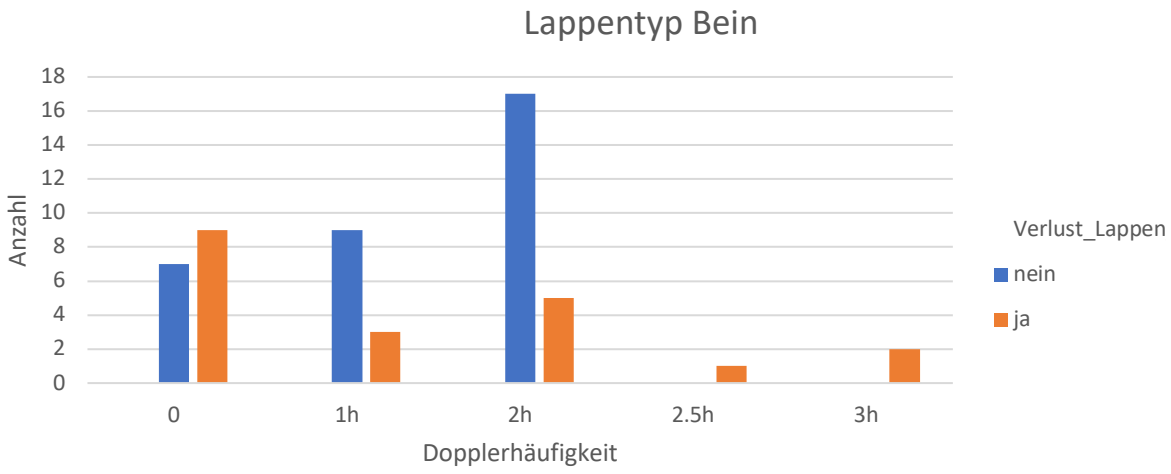


Abbildung 13: Lappentyp Bein und Dopplerhäufigkeit

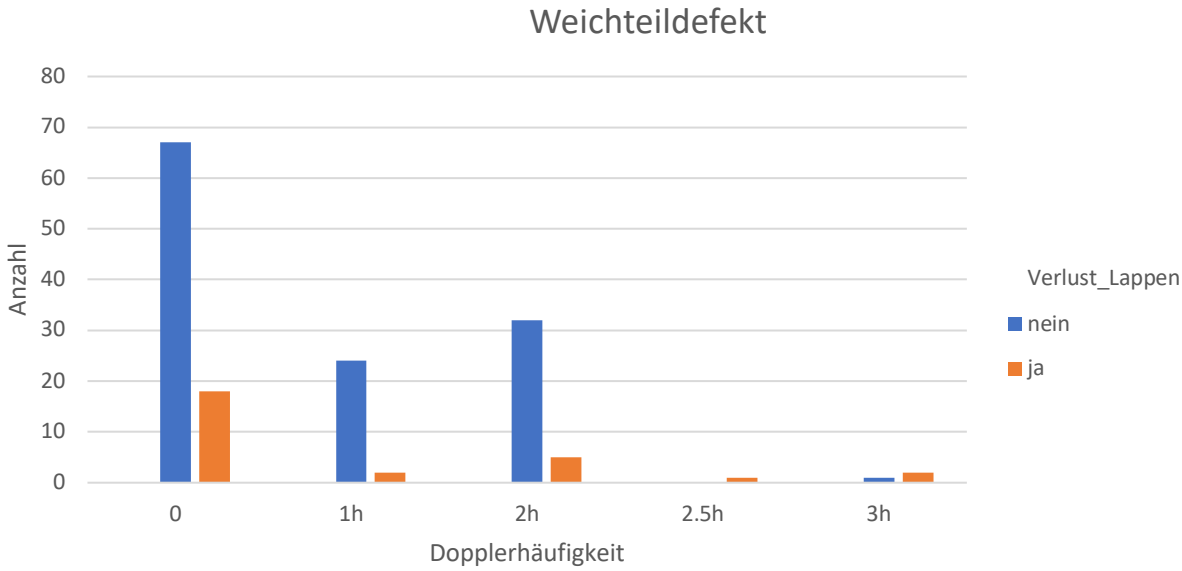


Abbildung 14: Weichgewebsdefekt und Dopplerhäufigkeit

Die Diagramme zeigen, dass die Verwendung per Doppler-Sonografie alle 2 Stunden vor allem bei Lappentransplantaten vom Bein einen positiven Effekt auf das Lappenüberleben hat.

Bei verwendeten Lappentransplantaten vom Thorax (Monte-Carlo Signifikanz: p=0.489, Cramer-V= 0.255), Arm (Chi2 nach Pearson: p=0.652, Cramer-V= 0.149), oder Abdomen (Monte-Carlo Signifikanz: p= 0.085; Cramer-V = 0.691) konnte jeweils kein signifikanter Zusammenhang zwischen Lappenverlust und der Häufigkeit der postoperativen Dopplersonografie hergestellt werden. Ebenso lag kein signifikanter Zusammenhang bei Betrachtung kombinierter Knochen und Weichgewebsdefekte vor (Chi2 nach Pearson p= .793; Cramer-V= 0.076).

Reine Knochendefekte konnten aufgrund von zu vielen fehlenden Daten nicht analysiert werden.

4.3.4 arterielles Ereignis

Trat eine Komplikation im Sinne eines arteriellen Ereignisses auf, konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen Lappenverlust und allen verschiedenen Lappentypen hergestellt werden.

	p-wert (Fisher exact)	Phi
Lappentyp Arm	<0,001	.571
Lappentyp Bein	<0,001	.455
Lappentyp Thorax	0,024	.483
Lappentyp Abdomen	0,004	1

Tabelle 5: arterielles Ereignis im Zusammenhang mit verschiedenen Lappentypen

Zudem zeigte sich bei der intraoralen Lokalisation des Defektes ($Chi^2(1)=76.560$, $p <.001$, Phi = .472), am Kopf bzw. Hals (Fisher-Exact: p = 0.003, Phi = .513) und der unteren Extremität (Fisher-Exact: p < .001, Phi = .69) ebenfalls eine signifikante Beziehung zwischen dem Auftreten eines arteriellen Ereignisses und einem Lappenverlust.
Dominierte ein Weichteildefekt ($Chi^2(1)=110.203$, $p < .001$, Phi = .552) oder ein kombinierter Knochen- und Weichgewebsdefekt (Fisher-Exact: p = 0.003, Phi = .343) konnte ebenfalls ein signifikanter Bezug zum Lappenverlust hergestellt werden.
Reine Knochendefekte zeigten keine Signifikanz in der Analyse (Fisher-Exact p= 1.000; Cramer-V= 1.000).
Zusammengenommen sind alle Lappentypen und Defektarten von einem erhöhten Verlustrisiko betroffen, wenn eine arterielle Komplikation auftritt.
Die Defektlokalisationen Obere Extremität und Thorax Brust konnten aufgrund von fehlenden Daten nicht analysiert werden.

4.3.5 venöses Ereignis

Trat als postoperative Komplikation ein venöses Ereignis auf, hatte dies einen signifikanten Einfluss auf den Lappenverlust, wenn der Lappen vom Arm (Fisher-Exact: p = 0.018, Cramer-V = .174) oder Bein (Fisher-Exact: p = .003 Cramer-V = .249) gehoben wurde.
Bei der Verwendung von Lappentransplantaten vom Thorax konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden (Fisher-Exact: p = .249, Cramer-V = .249).
Präsentierte sich der Defekt in der intraoralen Region (Fisher-Exact: p = .001, Cramer-V =

.201) oder am Kopf bzw. Hals (Fisher-Exact: p = .051, Cramer-V = .313) oder dominierte als reiner Weichgewebsdefekt (Chi²(1)=110.203, p < .001, Phi = .552) sowie kombinierter Knochen- und Weichgewebsdefekt (Fisher-Exact: p = .005, Cramer-V = .346), konnte ebenfalls eine signifikante Beziehung hergestellt werden.
Bei Defekten, die sich an der unteren Extremität darstellten, konnte ein signifikanter Zusammenhang nicht hergestellt werden (Fisher-Exact: p = .0647, Cramer-V = .063). Ebenso verhielt es sich bei reinen Knochendefekten (Fisher-Exact: p = .096, Phi = 1.000). Für die Analyse der vom Abdomen entnommenen Lappentransplantate sowie Defekte die an der oberen Extremität oder am Thorax/Brust präsent waren, zeigte sich eine nicht ausreichende Datenlage.

4.3.6 Teilnekrose des Transplantates

Manifestierte sich postoperativ eine Teilnekrose des Transplantats konnte auch hier ein signifikanter Zusammenhang zum Lappenverlust hergestellt werden, wurde der Lappen vom Bein (Fisher-Exact: p < .001, Phi = .319) oder Thorax (Fisher-Exact: p = .055, Phi = .387) verwendet.
Ebenfalls signifikant zeigte sich diese Beziehung, wenn sich der Defekt intraoral (Fisher-Exact: p < .001, Phi = .273) darstellte oder als reiner Weichgewebsdefekt (Fisher-Exact: p < .001, Phi = .282) bzw. kombinierter Knochen- und Weichgewebsdefekt (Fisher-Exact: p = .067, Phi = .216) dominierte.
Nicht signifikant hingegen zeigte sich der Zusammenhang zwischen Lappenverlust und Teilnekrose, wenn der Defekt in der Kopf/Halsregion (Fisher-Exact: p = .384, Carmer-V = .148) oder unteren Extremität (Fisher-Exact: p = .307, Cramer-V = .217) lokalisiert war.
Aufgrund mangelnder Daten konnten reine Knochendefekte und Defekte, die an Thorax oder der oberen Extremität lokalisiert waren, nicht analysiert werden.

4.3.7 Revisionsoperation des Transplantates

Wurde eine Revisionsoperation notwendig, konnte eine signifikante Beziehung zu einem Lappenverlust hergestellt werden, wenn der Lappen entweder vom Bein (Chi²(1)=66.359, p < .001, Phi = .621) oder vom Arm(Chi²(1)=53.641, p < .001, Phi = .472) entnommen wurde.
Zudem zeigte sich der Zusammenhang zwischen Revisionsoperation und Lappenverlust signifikant, sofern der Defekt als Weichteildefekt (Fisher-Exact: p = <.001, Phi = .524) oder Weichteil-und Knochendefekt (Fisher-Exact: p = <.001, Phi = .602) vorlag.
Eine signifikante Beziehung konnte ebenso hergestellt werden, lokalisierte sich der Defekt intraoral (Fisher-Exact: p = <.001, Cramer-V = .511), in der Kopf-/Halsregion (Fisher-Exact: p

= <.001, Cramer-V = .660) oder an der unteren Extremität (Fisher-Exact: p = .002, Cramer-V = .479)

Keine Signifikanz konnte hingegen bei Lappentransplantaten, die vom Thorax (Fisher-Exact: p = .097, Cramer-V = .273) oder Abdomen (Fisher-Exact: p = .074, Cramer-V = .693) her versorgt wurden oder sich als reiner Knochendefekt darstellten (Fisher-Exact: p = 1.000, Phi = 1.000) nachgewiesen werden.

Aufgrund einer zu geringen Datenmenge konnten die Defektlokalisationen Thorax/Brust und obere Extremität, sowie reine Knochendefekte nicht analysiert werden.

4.4 Logistische Regressionsanalyse

4.4.1 Einfluss perioperativer Messwerte auf das Risiko eines Transplantatverlustes

Die metrischen Variablen wurden mit der logistischen Regression hinsichtlich ihres Einflusses auf das Lappenoutcome untersucht.
Hierzu wurden die Variablen mit dem Lappenoutcome berechnet, um anschließend die als interessant erwiesenen Prädiktoren zusammen mit Kovariaten Lappentyp, Defektlokalisation und Defektart auf ihren Einfluss auf das Lappenüberleben hin zu analysieren.
Betrachtet man die Operationszeit erweist sich sowohl das Modell als Ganzes ($Chi^2(1)=28.758$, $p < .001$; Nagelkerkes R = .101; PAC = 86,6%) als auch die Variable signifikant ($p < .001$; OR = 1.005(95%-CI[1.003, 1.006]).
Steigt die Operationszeit um jeweils eine Einheit (Minute), so steigt die relative Wahrscheinlichkeit eines Lappenverlustes um 0,5%. Zur Interpretation ist zu beachten, dass es eine gewisse Mindestdauer einer Operation gibt.
Die mediane Operationsdauer in dieser Kohorte betrug 492,48 Minuten.
Ähnlich verhält es sich mit der Dauer der invasiven Beatmung nach der Operation (Gesamtmodell: $Chi^2(1)=5.689$, $p = .017$; Nagelkerkes R = .031; PAC = 87,4%;).
Verlängert sich die Beatmungszeit um einen Tag nach der Operation, so steigt auch das Risiko eines Lappenverlustes um 6,3% (OR = 1.063(95%-CI[1.004, 1.125]), $p = .035$)
Zur Interpretation ist die mediane Beatmungszeit von 2,18 Tagen zu beachten.

Ebenso signifikant zeigten sich die Liegedauer auf Intensiv, die partielle Thromboplastin Zeit (PTT) postoperativ und der postoperative Laktatwert.
Bei steigender PTT verringerte sich das Risiko eines Lappenverlustes (OR=0,949).

Das Alter bei der OP ($p= .085$), die Anzahl der Thrombozyten postoperativ ($p= .961$), und Leukozyten ($p= .498$), der HB-Wert ($p= .064$), sowie die Dosierung der Katecholamine ($p= .252$) und das intraoperativ Verabreichte Volumen ($p= .616$) zeigten keinen signifikanten Hinweis auf einen Einfluss auf das Lappenüberleben.

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		Oberer wert	Unterer Wert	
PTT 1. Tag postop	0.949	0.906	0.993	0.035
Tage auf ICU	1.068	1.033	1.105	< 0.001
Laktat intraoperativ	0.00	0	0.47	.001
Konstante	3.706			0.138

Tabelle 6: log. Regressionsanalyse metrische Variablen

4.4.2 Einfluss perioperativer Messwerte auf das Risiko eines Lappenverlustes kategorisiert nach Lappentyp, Defektart und Defektlokalisation

Um die Daten detaillierter zu untersuchen, wurden die als signifikant identifizierten Variablen erneut mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung der Kovariaten analysiert. Betrachtet man die Dauer der Operation im Hinblick auf die dargestellten Kovariaten Lappentyp, Defektlokalisation und Defektart, so stellen sich folgende Ergebnisse dar:
Vergleicht man die einzelnen Lappentypen mit der Referenzkategorie „Arm“ hinsichtlich der Operationszeit und dessen Einfluss auf das Lappenüberleben, so hat eine längere Operationszeit einen geringeren Einfluss auf das Überleben des Lappens, wenn dieser vom Thorax gehoben wird (OR = .236 (95%-CI[.066, .850]), p = .027 (Regressionskoeff -1.444). Das Risiko eines Lappenverlustes ist hier 76% geringer als beim Verwenden eines Radialislappens.
Im klinischen Kontext könnte dies bedeuten, dass bei voraussichtlich längeren Operationen bei der Auswahl des Lappentypen ein Lappen vom Thorax vor einem Radialislappen gewählt werden sollte.
Beim Vergleich zwischen der Referenzkategorie „Defektlokalisation intraoral“ und „Kopf/Hals“, zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang zwischen Operationszeit und dem Lappenoutcome (OR = 2.576 (95%-CI[1.157, 5.736]), p = .021 (Regressionskoeff .946)).
Patienten mit einem Defekt im Kopf-/Halsregion hatten demnach bei länger andauernden Operationen ein höheres Risiko (OR=2,576) einen Lappenverlust zu erleiden, als Patienten deren Defekte sich intraoral präsentierten.
Ähnlich verhielt es sich, wenn Patienten unter einem Defekt an der unteren Extremität litten im Vergleich zu einem intraoralen Defekt (OR = 4.553 (95%-CI[1.983, 10.452]), p < .001 (Regressionskoeff 1.516)).
Die Operationszeit ist somit ein besonders entscheidender Faktor für das Lappenüberleben bei extraoralen Defekten.

Die Defektarten (Knochendefekt, Weichgewebsdefekt und kombinierter Defekt) zeigten keinen signifikanten Zusammenhang bei der Betrachtung von Operationszeit und Lappenverlust.

Betrachtet man den Einfluss der Beatmungsdauer auf den Lappenverlust kategorisiert nach Lappentyp, Defektlokalisation und Defektart, so haben Patienten, die einen Lappen vom Bein transplantiert bekommen haben ein signifikant höheres Risiko eines Lappenverlustes bei steigender Beatmungsdauer, als Patienten, die einen Lappen vom Arm transplantiert bekommen haben (OR = 2.694(95%-CI[1.224, 5.931]), p = .014 Regressionskoeff .991).
Steigt die Dauer der invasiven Beatmung bei Patienten mit einen Defekt in der Kopf/ Halsregion, steigt auch das Risiko eines Lappenverlustes verglichen mit Patienten, welche unter einem intraoralen Defekt gelitten haben (OR = 2.724(95%-CI[1.037, 7.156]), p = .042 Regressionskoeff 1.002) signifikant an.
Analog hierzu ist das Risiko eines Lappenverlustes bei steigender Beatmungsdauer ebenfalls erhöht wenn man die Defektlokalisation „untere Extremität“ mit der intraoralen Defektlokalisation vergleicht (OR = 3.867(95%-CI[1.456, 10.270]), p = .007 Regressionskoeff – 1.352).
Wird also ein Defekt zum Beispiel am Bein mit einem MAGT versorgt ist das Risiko eines Lappenverlustes bei langer Beatmungsdauer ca. 3,8-mal höher als bei einem intraoralen Defekt.
Auch hier zeigte der Vergleich der Defektarten untereinander keinen signifikanten Unterschied.

4.4.3 Einfluss klinischer Gruppenmerkmale auf das Risiko eines Lappenverlustes

Die kategoriellen Variablen wurden mithilfe einer logistischen Regression analysiert, um quantifizieren zu können, inwieweit sich die Kategorien der Prädiktoren in ihrer Wahrscheinlichkeit unterscheiden, zu einem Lappenverlust zu führen.

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		Oberer wert	Unterer Wert	
Infektionsdiagnose	0.824	0.025	27.718	.914
Sonstige Diagnose	0.614	0,069	5,443	.661
Tumordiagnose	0.632	0,090	4,313	.624
Heparin intraoperativ	0.437	0,169	1,130	.088
Arterielle Ereignis	27.128	6,390	115,166	< .001
Venöses Ereignis	9.008	1,981	40,962	.004
Teilnekrose	27.205	3,723	198,781	.001
Lappentyp Bein im Vergleich zu Arm	3.899	1,353	11,241	.012
Lappentyp Thorax zu Arm	1.052	0,139	7,975	.961
Lappentyp Abdomen zu Arm	0.000	0,000	-	.998

Tabelle 7: logistische Regressionsanalyse der kategoriellen Variablen

Signifikant zeigte sich hier das Modell als Ganzes ($Chi^2(1)=152.080$, $p < .001$; Nagelkerkes $R = .655$; PAC = 90,2%).

Ein arterielles Ereignis zum Beispiel eine Thrombose oder Blutung steigerte das Risiko eines Lappenverlustes signifikant um das 27- fache. Ähnlich verhält es sich mit dem Auftreten einer Teilnekrose.

Vergleicht man die Lappentypen Bein zu Lappentyp Arm zeigt sich ein signifikant erhöhtes Risiko des Lappenverlustes bei Lappen, die vom Bein entnommen wurden (OR= 3,89).

Zur weiteren Differenzierung wurden die aus den Kreuztabellen signifikanten Variablen einzeln mit den Kovariaten Defektlokalisation, Lappentyp und Defektart analysiert. Dies ist insofern wichtig, da sich die Parameter durch Hinzunahme von Variablen stark ändern können.
Die Referenzkategorien der Kovariaten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Codierungen kategorialer Variablen

		Häufigkeit	Parametercodierung			
			(1)	(2)	(3)	(4)
Defektlokalisation	intraoral	353	,000	,000	,000	,000
	Kopf/Hals	49	1,000	,000	,000	,000
	obere Ex	7	,000	1,000	,000	,000
	Thorax/Brust	29	,000	,000	1,000	,000
	untere Ex	49	,000	,000	,000	1,000
Lappentyp	Arm	241	,000	,000	,000	
	Bein	173	1,000	,000	,000	
	Thorax	46	,000	1,000	,000	
	Abdomen	27	,000	,000	1,000	
Defektart	Weichteildefekt	376	,000	,000		
	Weichteil-, Knochendefekt	109	1,000	,000		
	Knochendefekt	2	,000	1,000		

Tabelle 8: Codierung der kategoriellen Variablen

Zunächst wurde der Prädiktor „sonstige Diagnose“ mit den Kovariaten analysiert.
Das Gesamtmodell zeigte sich signifikant (Gesamtmodell: $Chi^2(1)=7.696$, $p = .006$; Nagelkerkes $R = .028$; PAC = 85,6%).

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		Oberer wert	Unterer Wert	
Sonstige Diagnose	2,623	1,180	5,833	,018
Lappentyp Bein im Vergleich zu Arm	2,376	1,366	4,133	,002
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	,723	,235	2,219	,570
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	,348	,045	2,676	,310

Tabelle 9: multivariate Analyse sonstige Diagnose und Covariaten

Wurde bei einer sonstigen Diagnose ein Lappen vom Bein verwendet, war das Risiko eines Lappenverlustes 2,376-mal höher als beim Verwenden eines Lappens vom Arm.
Die Kovariaten Lokalisation des Defekts und Defektart zeigten keine Signifikanz.

Beim Vorliegen einer Infektionsdiagnose zeigte sich sowohl das Gesamtmodell signifikant ($p < .001$; Nagelkerkes $R = .152$; PAC = 85,8%) als auch der Lappentyp Bein im Vergleich zum Lappentyp Arm, welcher dann ein erhöhtes Lappenverlustrisiko aufweist (OR=2,270).

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
Infektionsdiagnose	,983	0,275	3,516	.979
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	2,270	1,247	4,134	.007
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	,472	0,142	1,572	.221
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektlokalisation Kopf/Hals im Vergleich zu intraoral	2,599	1,201	5,623	.015
Defektlokalisation oberen Extremität Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.999
Defektlokalisation Thorax/Brust im Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.998
Defektlokalisation unteren Extremität im Vergleich zu intraoral	3,371	1,461	7,780	.004

Tabelle 10: multivariate Analyse Infektionsdiagnose und Covariaten

Bei der Analyse der Tumordiagnose in Bezug auf die Kovariaten zeigte sich das Gesamtmodell signifikant (Gesamtmodell: $Chi^2(4)=23,361$, $p < .001$; Nagelkerkes R = .153; PAC = 85,6%).

Die Tumordiagnose als solche zeigte sich in dieser Berechnung nicht signifikant.

Auch hier konnte man jedoch feststellen, dass das Risiko eines Lappenverlustes beim Lappentyp Bein signifikant erhöht ist (p= .010; OR=2,214).

Das Risiko eines Lappenverlustes ist bei einem extraoralen Kopf-/Hals Defekt fast dreimal so hoch als bei einem intraoralen Defekt, wenn eine Tumordiagnose vorliegt (p= .024; OR=2,848).

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
Tumordiagnose	,799	0,326	1,956	.624
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	2,214	1,208	4,057	.010
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	,483	0,146	1,605	.235
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektlokalisation Kopf/Hals im Vergleich zu intraoral	2,848	1,129	5,466	.024
Defektlokalisation oberen Extremität im Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.999
Defektlokalisation Thorax/Brust im Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.998
Defektlokalisation unteren Extremität im Vergleich zu intraoral	2,825	1,001	7,968	.050

Tabelle 11: Multivariate Analyse Tumordiagnose und Covariaten

Wurde Heparin intraoperativ verabreicht, konnte man einen ähnlichen Effekt beobachten (Gesamtmodell: $Chi^2(5)=27.793$, $p < .001$; Nagelkerkes R = .138; PAC = 85,9%).
Heparin hat hierbei einen protektiven Effekt auf den Lappen.
Das Lappenverlustrisiko sinkt bei der Verwendung von Heparin um 49,7%.
Der Lappentyp Bein besaß hingegen ein fast fünffach höheres Verlustrisiko als Lappentypen, die vom Arm gehoben wurden ($p= < .001$; OR=4,935).
Liegt ein kombinierter Weich- und Knochengewebsdefekt vor ist das Risiko etwa 63% geringer als bei einem Weichgewebsdefekt.

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
Heparin intraoperativ	,503	0,267	,949	.034
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	4,935	2,216	10,989	< .001
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	1,210	0,325	4,500	.776
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektart Weichteil- und Knochendefekt im Vergleich zum Weichteildefekt	,370	,156	,880	.024

Tabelle 12: multivariate Analyse Heparin intraoperativ und Covariaten

Beim Vorliegen eines arteriellen Ereignisses war das Lappenverlustrisiko 20-fach erhöht.
Der Lappentyp Bein hatte im Vergleich zum Lappentyp Arm ein signifikant erhöhtes Lappenverlustrisiko bei einem arteriellen Ereignis.
Zudem zeigte sich ein circa dreifach erhöhtes Verlustrisiko bei Defektlokalisationen die sich im Kopf-/ Halsbereich darstellten als bei intraoralen Defekten.
Ähnlich verhält es sich auch mit Defekten der unteren Extremität (OR=3,518).
(Geamtmodell Gesamtmodell: $Chi^2(8)=118.637$, $p < .001$; Nagelkerkes R = .409; PAC = 88,9%).

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
Arterielles Ereignis	20,513	9,965	42,224	< .001
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	3,213	1,527	6,761	.002
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	1,225	0,315	4,763	.769
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektlokalisation Kopf/Hals im Vergleich zu intraoral	3,130	1,220	8,032	.018
Defektlokalisation oberen Extremität im Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.999
Defektlokalisation Thorax/Brust im Vergleich zu intraoral	,000	-	-	.998
Defektlokalisation untere Extremität im Vergleich zu intraoral	3,518	1,341	9,228	.011

Tabelle 13: multivariate Analyse art. Ereignis und Covariate

Fand ein venöses Ereignis im postoperativen Verlauf statt, war das Risiko eines Lappenverlustes 4,2fach erhöht und bei einem MAGT vom Bein ungefähr viermal höher als bei einem Lappen vom Arm.
Imponierte der Defekt in der Kopf-/Halsregion zeigte sich ein 2,3-mal so hohes Risiko eines Lappenverlustes.
Bei Defekten an der unteren Extremität war das Risiko ebenfalls signifikant erhöht (OR=3,202).
(Gesamtmodell: $Chi^2(8)=55.885$, $p < .001$; Nagelkerkes R = .206; PAC = 86,6%)

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
venöses Ereignis	4,266	2,044	8,906	< .001
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	2,767	1,453	5,272	.002
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	,653	0,192	2,224	.496
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zu Kopf/Hals	2,360	1,030	5,411	.042
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zur oberen Extremität	,000	-	-	.999
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zum Thorax/Brust	,000	-	-	.998
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zur unteren Extremität	3,202	1,383	7,416	.007

Tabelle 14: multivariate Analyse venöses Ereignis und Covariaten

Bei Vorliegen einer Teilnekrose im postoperativen Verlauf konnte auch in dieser Berechnung ein erhöhtes Verlustrisiko bei einem MAGT vom Bein festgestellt werden (OR=3,220).

	Odds Ratio	95% Konfidenzintervall		Signifikanz
		unterer wert	oberer Wert	
Teilnekrose	13,214	3,486	50,093	< .001
Lappentyp Bein im Vergleich zum Arm	3,220	1,298	7,986	.012
Lappentyp Thorax im Vergleich zu Arm	,322	,067	1,548	.157
Lappentyp Abdomen im Vergleich zu Arm	-	-	-	.999
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zu Kopf/Hals	2,204	,901	5,394	.083
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zur oberen Extremität	,000	-	-	.999
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zum Thorax/Brust	,000	-	-	.998
Defektlokalisation intraoral im Vergleich zur unteren Extremität	,149	,748	6,724	.149
Defektart Weichteil und Knochendefekt im Vergleich zu Weichteildefekt	,488	,174	1,371	,174
Defektart Knochendefekt im Vergleich zu Weichteilefekt	11,217	,371	339,162	,165

Tabelle 15: multivariate Analyse Teilnekrose und Covariaten

5 Diskussion

Mikrovaskuläre Lappentransplantate gehören seit über 30 Jahren aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten nicht nur zu einem festen Bestandteil der modernen Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (63), sondern auch zu weiteren chirurgischen Fachbereichen wie der Hals-, Nasen-, Ohren- und plastischen Chirurgie (64).
Ihre häufigste Anwendung finden sie in der Rekonstruktion von Körperstrukturen nach Tumorresektion, Traumata, Infektionen, Verbrennungen und anderen Wundheilungsstörungen (65).
Trotz hoher Erfolgsraten von teils über 90% (66) bedeutet der Verlust eines solchen Transplantates häufig mehrere anschließende Operationen, längerer Krankenhausaufenthalte, erhöhte Kosten für das Gesundheitssystem und emotionale Belastung des Patienten (67).
In der Literatur gibt es zahlreiche Studien mit ähnlichem Studiendesign, welche aber teilweise sehr heterogene Ergebnisse darstellen,(68,69) oder sich nur auf die Analyse von Rekonstruktionen eines Körpergebiets, zum Beispiel Kopf und Hals oder untere Extremität(70,71)oder eines Lappentypens beschränken.
Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war die Risikoabschätzung von Lappenverlusten primär im Kopf-, Halsbereich, aber auch an anderen Lokalisationen des Körpers im Vergleich, um klinisch relevante Parameter zur Minimierung des Lappenverlustrisikos für mikrovaskulären Lappentransplantate zu identifizieren.
Besonderes Augenmerk sollte auch auf das goal-directed hemodynamic management und Beatmungsmanagement, sowie die Überwachung auf Intensivstationen gelegt werden, welches in der Literatur immer wieder diskutiert wird (72–74).

Speziell in dieser Studie wurde versucht Risikofaktoren und die Größe ihres Einflusses zu identifizieren, sowie diese weiter in Bezug auf Lappentypen, Defektlokalisationen und Defektarten zu differenzieren und einen Ansatz zu formulieren, wie diese Ergebnisse im klinischen Alltag zu einer Verbesserung des Outcomes berücksichtig werden können.

5.1 Präoperative Risikofaktoren

Wir untersuchten die Ergebnisse verschiedener mikrovaskulärer Lappentransplantationen in der Klinik für Mund-, Kiefer- und plastische Gesichtschirurgie der Universität zu Köln im Zeitraum von 2009 bis 2020.

Das Geschlechterverhältnis in dieser Kohorte zeigt einen größeren Anteil an männlichen Patienten (54,1%) als Patienten weiblichen Geschlechtes (45,9%).
Dieses Verhältnis ist in der aktuellen Literatur ähnlich beschrieben (75). Zur Einschätzung der verwendeten Daten muss beachtet werden, dass in anderen Studien häufig entweder nur Lappentransplantationen eines Indikationsbereiches analysiert werden und es dahingehend zu heterogenen Ergebnissen beim Vergleich dieser Studien kommen kann. Salama et. al. berichten von einem Geschlechterverhältnis von 48 zu 23 zu Gunsten des männlichen Geschlechts bei Lappentransplantationen in der Kopf- und Halsregion (76), und Mücke et. al. von einer Geschlechterverteilung von 64,5% männlichen und 35,5 % weiblichen Patienten. Ebenfalls analysiert er diese im Hinblick auf freie Lappentransplantate im Kopf- und Halsbereich(77).
Beide Studien analysieren nur die mikrovaskulären Lappentransplantate, welche in einem Indikationsbereich transplantiert wurden. Die höhere Verteilung auf das männliche Geschlecht, lässt sich dadurch erklären, dass Malignome im Kopf und Halsbereich statistisch häufiger bei Männern auftreten als bei Frauen. Betrachtet man die Diagnose aufgrund dessen eine Lappentransplantation notwendig war, erkennt man bei beiden Studien, dass die Plattenepithelkarzinome im Mundbereich (SCC) am häufigsten in den Kohorten vertreten waren.
Diese Beobachtungen stehen mit denen der vorliegenden Arbeit im Einklang. Auch hier zeigte sich die Tumordiagnose mit Abstand als häufigste, wie auch die intraorale Defektlokalisation.
Im Unterschied zu den oben genannten Studien ist die hier vorgestellte Studienkohorte heterogen im Hinblick auf die Empfängerstelle des mikrovaskulären Lappentransplantates. Zu erwähnen ist an dieser Stelle die Studie von Las et. al. (75), welche die Risikofaktoren für Lappenverluste von Brust, Kopf- und Hals- und Extremitätenrekonstruktionen analysiert. Hier zeigt sich sogar eine Umkehr des Geschlechterverhältnis zum leichten Vorteil des weiblichen Geschlechtes (78). Berücksichtigt man bei der Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit die zuvor vorgestellten Studien, so erklärt sich unsere fast schon ausgeglichene Geschlechterverteilung.
Durch die Analyse von verschiedenen Lapppentypen, Diagnosen und Defektlokalisationen ergeben sich verschiedene Geschlechterhäufungen in diesen Gruppen. Während Plattenepithelkarzinome in der Mundhöhle häufiger bei Männern vorkommen,(79) sind

Mammakarzinome häufiger bei Frauen zu beobachten. Somit kann es bei der gemeinsamen Betrachtung zu einer Verschiebung des Geschlechterverhältnisses kommen, welches wir auch in unseren Daten feststellen konnten.
Sowohl das Geschlecht als auch das Alter der Patienten in der in dieser Arbeit untersuchten Kohorte zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten eines Lappenverlustes(62).
Diese Befunde werden in zahlreichen Studien der aktuellen Literatur unterstützt (75,80). Somit könnten das Alter und Geschlecht als risikostratifizierender Faktor bei der Einschätzung von Patienten im klinischen Alltag als nicht relevant eingestuft werden. Trotzdem muss bei der Behandlung älterer Patienten berücksichtigt werden, dass mit fortschreitendem Alter das Auftreten multipler Erkrankungen sowie eine geringere Toleranz gegenüber chirurgischen Eingriffen das perioperative Management erschweren könnten.

Wie bei anderen operativen Behandlungen ist der Gesundheits- und Allgemeinzustand des Patienten bei der Risikoeinschätzung und Patientenauswahl vor einer freien Lappentransplantation ebenfalls von großer Bedeutung.
Hier wurden vermehrt Erkrankungen betrachtet, die zu einer Beeinträchtigung der Wundheilung, wie Diabetes Mellitus oder der Durchblutung und Gefäßarchitektur (PAVK und Hypertonie) führen können.
In der Literatur findet man häufig sehr kontroverse Ergebnisse bezüglich der Vorerkrankungen der Patienten.
Während in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen einem Diabetes Mellitus und einem Transplantatverlust festgestellt werden konnte, berichten Valentini et. al. von einem signifikanten Einfluss von Diabetes auf das Lappenverlustrisiko (81). Neuere Studien allerdings decken sich mit unseren Beobachtungen, dass sowohl Diabetes Mellitus als auch Nikotin-Missbrauch keinen Einfluss auf einen Misserfolg bei der mikrovaskulären Lappentransplantation haben (66,82). Trotz dieser Ergebnisse scheint eine weitere Untersuchung dieser Parameter notwendig zu sein, um eine fundierte Aussage treffen zu können, da auch diese Studien in ihren Limitationen daraufhin weisen den Einfluss von Diabetes auf das Lappen-Outcome weiter zu untersuchen (83).

Ein weiterer möglicher Risikofaktor für einen Lappenverlust stellt die präoperative Bestrahlung des Patienten dar.
Eine Strahlentherapie im Rahmen einer Tumortherapie beeinträchtigt die Durchblutung und die Heilung des zu operierenden Gebietes (84)und könnte somit die Verlustraten von freien mikrovaskulären Transplantaten erhöhen. Nun könnte man diskutieren, ob die vorangegangene Bestrahlung eines Patienten eine Kontraindikation für die Rekonstruktion

mit einem MAGT darstellt.
Dabei ist jedoch zu beachten, dass wie auch hier in den vorgestellten Daten, die Tumordiagnose die häufigste Diagnose ist (85,7%) (62) und eine Tumorresektion häufig mit großen und nicht primär verschließbaren Defekten einhergeht.
Somit sollte auch ein präoperativ bestrahlter Patient zumindest für eine freie Lappentransplantation in Betracht gezogen werden.
Bei der Literaturrecherche findet man hinsichtlich des Einflusses von einer präoperativen Strahlentherapie auf den Erfolg eines freien Lappentransplantates teilweise sehr widersprüchliche Aussagen.
Auf der einen Seite wird die präoperative Strahlentherapie als signifikanter Risikofaktor benannt, der einen Lappenverlust begünstigen kann, (77,85) auf der anderen Seite können andere Studien dies nicht bestätigen (78,86,87).
Auch in der hier vorgestellten Kohorte stehen präoperative Strahlentherapien nicht in einem signifikanten Zusammenhang mit dem Verlust eines mikrovaskulären Lappentransplantates.
Gründe für die Heterogenität könnten im Studiendesign und der ausgewählten Patientenkohorte liegen.
Während Wang et. al. nur Radialislappen analysierte(85) und Mücke et. al. sich nur auf das Einsatzgebiet in der Hals und Kopfregion nach Krebsdiagnosen beschränkte(77), zeigt unsere Kohorte eine ähnlich heterogene Verteilung wie die von Las et. al. (75)
Somit zeigt sich nur ein eingeschränkt möglicher Vergleich der einzelnen Studien und muss auch hier bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.
Ein weiterer Grund der unterschiedlichen Studienergebnisse könnten auch Unterschiede in der Wahl von verschiedenen Operationsmethoden sein. Las et. al. empfehlen zur Risikoreduktion die Wahl des Empfängergefäß außerhalb des bestrahlten Feldes (78).
Wie und in welcher Technik das Empfängergefäß gewählt wurde, wurde in der hier vorgestellten Untersuchung nicht näher untersucht.

5.2 Auswahl des Lappentypens

Bei der Wahl des zu transplantierenden Lappens sind viele Faktoren zu beachten.
Jeder Lappentyp hat dabei seine eigenen Vorteile. Der Radialislappen bietet ein dünnes Profil, welches oftmals zur Rekonstruktion der Zunge oder intraoralen Defekten verwendet wird (38). Er ist einfach zu heben und besitzt eine gute Gefäßstruktur. Dagegen spricht der Defekt an der Hand, der meist auch durch Hauttransplantationen zu decken ist (88).
Der ALT Flap bietet hingegen ein größeres Volumen in Form von subkutanem Fett, welches ein breites Feld an Indikationen abgedeckt (88). Hinzu kommt die geringere Hebedefektmorbidität.
Der DIEP-Lappen wird vornehmlich zur Brustrekonstruktion verwendet (89).
Bei Rekonstruktionen welche Knochengewebe mit einbeziehen, zum Beispiel bei Mandibularekonstruktionen wird zumeist ein Fibula-Transplantat verwendet (90).
Für Rekonstruktionen der unteren Extremität wird häufig der Latissimus-Dorsi Lappen verwendet (91).
Die Wahl des geeigneten Lappentyps ist für den Chirurgen von zentraler Bedeutung, da sie Einfluss auf die Heilung, die Durchblutung und das Überleben des Transplantats haben könnte. Eine fundierte Entscheidung erfordert die Berücksichtigung der Gewebedefektart, der spezifischen Eigenschaften des Lappens und potenzieller Komplikationen, um eine optimale funktionelle und ästhetische Rekonstruktion zu gewährleisten.
In dieser Kohorte wurden die Lappentypen als Confounder verwendet, um die Einflüsse von unabhängigen Risikofaktoren auf die verschiedenen Lappentypen hin zu untersuchen.
In der Literatur findet man auch hier heterogene Aussagen über den Einfluss von Lappentypen auf das Lappen-Outcome. Während in manchen Veröffentlichungen kein Hinweis auf einen signifikanten Einfluss der verschiedenen Lappentypen auf das Auftreten eines Lappenverlustes (92,93) festgestellt wurde, berichten Bollig et. al. und Wang et. al. (75,94) von einem signifikanten Einfluss des Lappentypens auf das Lappen-Outcome.
Auch in der hier vorgestellten Kohorte konnten wir einen signifikanten Einfluss des Lappentypens auf einen Lappenverlust feststellen (P= <.001). Bei der weiteren Stratifizierung konnten wir zusätzlich feststellen, dass beim gleichzeitigen Vorliegen von verschiedenen Diagnosen sich der Einfluss von Lappentypen auf das Lappenüberleben verändert.
So konnten wir beim Vorliegen einer Tumordiagnose Unterschiede zwischen Lappentypen vom Bein und vom Arm feststellen (62).
Wurde der Lappen aufgrund einer Tumordiagnose notwendig, so hatte das Transplantat vom Bein ein erhöhtes Verlustrisiko (OR=2,2; p=.01) als ein Transplantat vom Arm.
Beim Vorliegen einer Infektionsdiagnose oder einer Wundheilungsstörung zeigte sich ein ähnliches Ergebnis mit einer Risikoerhöhung, wenn ein Lappen vom Bein verwendet wurde (OR=2,2; p= .007).

Bei der Literaturrecherche konnte keine Veröffentlichung ausgemacht werden, die ähnliche Daten analysiert.
Für den klinischen Alltag könnte dies darauf hindeuten, dass bei der Auswahl des Lappens die Diagnose vor allem im Hinblick auf eine Tumor- oder Infektionsdiagnose, sowie einer Wundheilungsstörung von zentraler Bedeutung für ein entsprechendes Outcome des Lappentransplantates sein könnte.

5.3 Intraoperative Parameter

5.3.1 Operationszeit

Ein häufig beschriebener Zusammenhang mit dem Auftreten von Lappenverlusten ist die Operationszeit(62).
Hier muss zwischen Anästhesie und Operationszeit unterschieden werden, da die Anästhesiezeit meist länger ist als die reine Operationszeit, die üblicherweise in Zeit zwischen Schnitt und Naht angegeben wird wie auch in dieser Studie.
Wir konnten darstellen, dass mit steigender Operationsdauer (Schnitt bis Naht) auch das Risiko steigt, einen Lappenverlust zu erleiden.
Dabei steigt das Lappenverlustrisiko um 0,5% pro Minute.
Diese Ergebnisse finden sich auch in zahlreichen Studien in der Literatur wieder(75,95,96).
Bei der Interpretation muss beachtet werden, dass die Operationszeit von vielen Faktoren beeinflusst werden und auch immer eine Mindestoperationsdauer existiert.
Auch wird die Operationsdauer häufig von Faktoren beeinflusst, auf die der Operateur keinen Einfluss hat.
Daher haben wir in dieser Untersuchung auch analysiert, wie sich die gleichzeitige Durchführung einer Neck Dissection auf das Lappenüberleben auswirkt.
Das gleichzeitige Durchführen einer Neck Dissection hat keinen signifikanten Einfluss auf das Lappenüberleben, kann aber unter Umständen die Operationszeit verlängern. Diese Beobachtungen stimmen mit der in der aktuellen Literatur überein (97).

5.3.2 Hämodynamische und intensivmedizinische Parameter

Ein zentraler Punkt in dieser Studie ist die Untersuchung von intraoperativen Einflussfaktoren wie die intraoperative Heparingabe und das Flüssigkeitsmanagement sowie intensivmedizinischen Parametern wie die Dauer der invasiven Beatmung, Katecholamingabe und Dauer der Liegedauer auf der Intensivstation.
Antikoagulantien werden in vielen Fällen standardmäßig zur Thromboseprophylaxe während der Immobilisation einer Operation verabreicht (98). Dabei gibt es viele verschiedene pharmakologische Optionen.
Aspirin inhibiert die Cyclooxygenase irreversibel und hemmt somit die Bildung von Thromboxan A (55).
Thromboxan A stimuliert die Aktivierung von Thrombozyten und deren Aggregation (98). Somit wird durch ASS vornehmlich die primäre Hämostase gehemmt.
Während der sekundären Hämostase werden durch die Aktivierung der Gerinnunngskaskade stabile Fibrinnetze ausgebildet. Heparine wie zum Beispiel niedermolekulares Heparin und unfraktioniertes Heparin beschleunigen die Anlagerung von Antithrombin an die aktivierten Gerinnungsfaktoren und hemmen somit die Blutgerinnung und Ausbildung von Thrombosen (99).
Thrombosen der Arterien oder Venen bei mikrovaskulären Lappentransplantaten sind die häufigsten Komplikationen, die zu einem Lappenverlust führen können (100). Diese Beobachtungen sind auch mit unseren Daten kongruent.
Zur Verhütung dieser Komplikationen werden die genannten Antikoagulantien verwendet, welche aber nicht frei von Nebenwirkungen wie Hämatomen, Nachblutungen oder speziell bei Heparinen die Thrombozytopenien sind.
Somit sollte eine individuelle Risiko-Nutzen-Abwägung im Hinblick auf Dosis und Präparat stattfinden.
Trotz der schon lange in der Praxis verwendeten Antikoagulantien in der rekonstruktiven Chirurgie mit mikrovaskulären Lappentransplantaten, gibt es in der aktuellen Literatur keine einheitlichen Protokolle (98) oder Studien mit einer starken Evidenz (101)
Bei der Analyse der hier vorgestellten Kohorte ist ein signifikanter Zusammenhang zwischen der intraoperativen Verabreichung von Heparin und einem Lappenverlust zu erkennen (OR= 0,53; p= .034) (62).
Unsere Beobachtungen stehen mit der aktuellen Literatur überein (102,103).
Bei der detaillierteren Betrachtung und Analyse mittels logistischer Regression unter Berücksichtigung der Kovariablen konnten wir unter der intraoperativen Heparingabe ein verringertes Lappenverlustrisiko beobachten, wenn es sich um einen kombinierten Weichgewebs- und Knochendefekt handelt (OR= 0.37). Auch verringerte sich das Lappenverlustrisiko bei Heparingabe deutlicher, wenn ein Radialislappen verwendet als bei

anderen Lappentypen.
In der Literatur lassen sich keine Studien finden, welche die intraoperative Antikoagulation ähnlich hinsichtlich der Lappentypen oder Defektarten betrachten. Häufig wird die Behandlung mit Heparin bis in die postoperative Phase mitbeobachtet, welches eine Verzerrung der Ergebnisse zur Folge haben könnte (98). Da bis zu diesem Zeitpunkt nur wenige humane Studien zur intraoperativen Anwendung von Antikoagulanzien zu finden sind, sind weitere randomisierte kontrollierte Studien nötig, um eine fundierte Aussage über den Nutzen von Antikoagulantien insbesondere Heparin treffen zu können.
Ungeachtet dessen ist jedoch zu erwähnen, dass die intraoperative Anwendung von Heparin als sicher und in der Anwendung innerhalb verschiedener operativer Behandlungen als sicher und vorteilshaft angesehen werden kann (104,105)

5.4 Postoperative Parameter

5.4.1 Postoperative Antikoagulation

Postoperativ wird die Antikoagulation häufig zur Prävention von thrombotischen Ereignissen weitergeführt. Auch hier gibt es zum jetzigen Stand kein einheitliches evidenzbasiertes Protokoll zur Antikoagulation nach einer mikrovaskulären Lappentransplantation (106,107). Häufig werden Plättchenhemmer wie ASS mit Antikoagulantien wie Heparinen kombiniert, um eine suffiziente Thromboseprophylaxe zu erzielen(98).
Nachteile einer gerinnungshemmenden Therapie sind unter anderem erhöhtes Blutungsrisiko und Hämatombildung.
Sekundär können Hämatome durch Druck auf das Transplantat eine Durchblutungsstörung verursachen und einen Transplantatverlust herbeiführen(98).
Auf der anderen Seite dient die Gerinnungshemmung der Aufrechterhaltung der Durchblutung des Transplantates und die Verhinderung einer der schwerwiegendsten Komplikationen: der Thrombosenbildung.
Mikrovaskuläre Lappentransplantate besitzen ein erhöhtes Risiko der Thrombosenbildung aufgrund der Verletzung des Endothels aufgrund der mikrovaskulären Reanastomisierung der Gefäße von Transplantat und Empfängerregion (47,107).
Zu den häufigsten postoperativen Komplikationen gehören laut der aktuellen Literatur die arteriellen und/oder venöse Thrombenbildung (107,108). Diese Beobachtungen konnten wir ebenso in unserer Studie feststellen. Als häufigste Komplikation treten in unserer Kohorte das arterielle Ereignis (13,8%) und das venöse Ereignis (9,8%) auf. Welche auch beide das Risiko eines Lappenverlustes signifikant erhöhen (p=<.001; OR= 19,538 arteriell und OR= 4,278 venös).
Die Vermeidung dieser Komplikation ist der vornehmliche Grund einer gerinnungshemmenden Therapie bei der Transplantation eines mikrovaskulären Lappentransplantates (109).
Innerhalb der in dieser Studie untersuchten Kohorte wurden die Patienten entweder nur mit unfraktionierten oder niedermolekularen Heparin, ASS oder mit Kombinationen versorgt(62). Kongruent mit der aktuellen Datenlage konnte sich kein einheitliches Antikoagulations-protokoll herauskristallisieren (98,110).
Ashjian et. al. beschreiben ebenso keine signifikante Risikoerhöhung für Komplikationen wie Hämatome oder Blutungen beim Einsatz von Antikoagulantien (110). Zu beachten ist, dass in dieser Studie nur onkologische Patienten untersucht wurden.
In unserer Kohorte finden sich neben onkologischen Patienten auch andere Patienten wie Trauma oder Infektionspatienten welches zu einer eingeschränkten Vergleichbarkeit der

Ergebnisse führt. Dieser Effekt ist jedoch bei dem überwiegenden Anteil von Tumorpatienten in unserer Kohorte (85,7%) als sehr gering einzuschätzen.
Um die Blutgerinnung zu überwachen, werden verschiedene Laborparameter wie die PTT und Thrombozytenanzahl überprüft, um den Gerinnungsstatus zu kontrollieren (111).
Bei der Analyse der aPTT in den ersten drei postoperativen Tagen konnten wir einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der aPTT am ersten postoperativen Tag und dem Lappenüberleben feststellen (62). Die aPTT Werte am zweiten und dritten postoperativen Tag hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Lappenüberleben, ebenso wie die Thrombozytenzahl.
Häufig werden aPTT -Werte von 40-60 Sekunden angestrebt (104,112), dessen wir uns anschließen (62). Wir konnten feststellen, dass mit jeder Einheitserhöhung des PTT-Wertes ein Überlebensvorteil von 5,2% assoziiert war (59).
Rothweiler et. al. hingegen strebte in ihrer Studie aPTT Werte zwischen 60-80 Sekunden an (113).
Während in einer Studie von Kalmar et. al. Thrombozytopenien mit einem erhöhten Komplikations- und Lappenverlustrisiko einhergehen (114), konnten wir diesen Effekt in unserer Kohorte nicht feststellen.
Bei einem Vergleich der beiden Studien ist allerdings auch unsere Heterogenität im Hinblick auf Lappentypen und Defektlokalisation zu berücksichtigen, während Kalmar et. al. lediglich den Einsatz von freien Lappentransplantaten in der Brustrekonstruktion analysieren (114).

In einem systematischen Review von Barton et. al. aus dem Jahr 2018 wurde festgestellt, dass in einigen Studien kein Unterschied im Lappen-Outcome zwischen antikoagulierten Patienten und Patienten ohne gerinnungshemmende Therapie mit freien Lappentransplantaten festgestellt werden konnte (115).
Es wird hier die These aufgestellt, dass systemische Komplikationen bei der Verwendung von gerinnungshemmender Medikation gegen die eventuellen Vorteile einer Antikoagulationstherapie aufgewogen werden müssen (115).
Um eine evidenzbasierte und klinisch relevante Aussage bezüglich der postoperativen Antikoagulation von Patienten mit mikrovaskulären Lappentransplantaten treffen zu können, sind weitere Studien notwendig, die systemische Nebenwirkungen der Gerinnung hemmenden Medikamente und deren förderlichen Einfluss auf das Lappenüberleben detaillierter untersuchen.

5.4.2 Vasoaktive Maßnahmen

Immer wieder werden in Studien der Einsatz von Vasopressoren wie zum Beispiel Noradrenalin und einer zielgerichteten Flüssigkeitstherapie gegenübergestellt(116,117,118). Beide Therapieoptionen zielen auf eine Optimierung der kardialen Funktionen und des lokalen Blutflusses zum Transplantat (116).
Die Sorge bei der Verwendung von intraoperativen Vasopressoren liegt in ihrer Induktion von Vasokonstriktion und dadurch die Erhöhung des Risikos einer verminderten Lappendurchblutung (116), weswegen in vielen mikrovaskulären Eingriffen der Einsatz von Vasopressoren vom Operateur nicht gewünscht wird(98).
Viele Studien haben den negativen Effekt vom Einsatz von Vasopressoren in der mikrovaskulären Chirurgie widerlegt (98,119,120).
Auch in der hier vorgestellten Kohorte konnte ein negativer Effekt auf das Lappenüberleben bei der Verwendung von Katecholaminen nicht bestätigt werden und ist somit kongruent zur aktuellen Literatur.
Die Flüssigkeitstherapie während der Operation wird in der Literatur häufig als signifikanter Risikofaktor benannt (72,121), welchen wir in unserer Analyse nicht bestätigen konnten.
Häufig wird eine intraoperative Flüssigkeitszufuhr von über 7 Litern als cut-off Wert benannt (121).
Hierbei ist zu erwähnen, dass sich besonders in der Studie von Dooley et. al. nicht ermitteln lässt, wie sich die Flüssigkeitstherapie zusammensetzt.
Kim et. al. erwähnt den gleichen Cut-Off Wert von 7 Litern intraoperativer Flüssigkeitszufuhr während einer mikrovaskulären Lappentransplantation (122).
Hingegen handelt es sich bei diesem Wert um rein kristalloide Infusionslösungen (122)
In unserer Kohorte wurden intraoperativ im Mittel 5,9 Liter Flüssigkeit während einer Operation verabreicht.
Dieses Volumen setzt sich aus kristalloiden und kolloidalen Flüssigkeiten sowie Bluttransfusionen zusammen.
Hieraus ergibt sich eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der dargestellten Studien und setzt eine weitere Untersuchung von Flüssigkeitstransfusionen während einer mikrovaskulären Lappentransplantation und deren Einfluss auf das Lappenüberleben voraus. Besonders im Hinblick auf die Zusammensetzung der transfundierten Volumina.

5.4.3 Invasive Beatmung

Des Weiteren konnten wir in unserer Kohorte feststellen, dass eine längere postoperative Beatmungsdauer mit einem signifikant erhöhten Lappenverlustrisiko einhergeht (OR = 1.063, p = .035). Insbesondere bei Lappen, welche vom Arm entnommen wurden (OR = 2.694, p = .014), bei Defekten in der extraoralen Kopf- und Halsregion (OR = 2.724, p = .042) sowie bei einer Defektlokalisation der unteren Extremität OR = 3.867, p = .007).
Einige aktuelle Studien unterstützen diese Beobachtungen(96).
Clemens et. al. kommen in ihrer Studie zu ähnlichen Ergebnissen.(123)
In der Studie von Clemens et. al. wurden Standard-Extubationsprotokolle (Intensivüberwachung der Patienten über Nacht mit invasiver Beatmung) mit einem Rapid-Awakening - Protocol im Hinblick auf das postoperative Outcome von MAGT- Patienten im Kopf- und Halsbereich verglichen (123).
Auch hier konnte festgestellt werden, dass eine verlängerte Beatmungsdauer nach einer mikrovaskulären Rekonstruktion im Kopf- und Halsbereich mit einem erhöhten Komplikationsrisiko assoziiert war (120).
In einer weiteren Studie wird eine verlängerte Beatmungsdauer mit einem erhöhten Risiko einer Rückkehr in den Operationssaal assoziiert(124). Da hier eine Kohorte mit ausschließlich Patienten mit mikrovaskulären Lappentransplantaten beobachtet wurde, lässt sich im Hinblick auf den „return to operating room“ (121) ein Zusammenhang zu transplantatbezogenen Komplikationen herstellen.
Da in dieser Veröffentlichung nicht genau hervorgeht, aus welchen Gründen eine Rückkehr zum OP notwendig war, muss dieser Rückschluss kritisch gesehen werden.

5.4.4 Postoperative Verwendung von Dopplern

Einer der kritischen Erfolgsfaktoren der komplexen Eingriffe ist die unmittelbare und dauerhafte Vaskularisation des transplantierten Lappens. Vaskuläre Komplikationen wie arterielle oder venöse Thrombosen stellen die häufigste Ursache für ein Transplantatversagen dar(125).
Die Dopplersonografie hat sich hierbei als vorteilhaftes Utensil des postoperativen Monitorings der MAGT etabliert(126).
In unserer Kohorte zeigte sich die Verwendung des Dopplers als signifikant im Hinblick auf den Lappenverlust.
Zu differenzieren ist hierbei, dass in unserer Studie nur die Verwendung eines externen Dopplers und die Häufigkeit der Verwendung untersucht wurden.
In anderen Studien wurden oftmals implantierbare Doppler mit externen Dopplern im Hinblick der Effektivität betrachtet (127,128).

Hierdurch gibt sich eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der Studienergebnisse mit unserer Kohorte.
Trotzdem lässt sich der Zusammenhang zwischen Lappenüberleben und der Verwendung von Dopplersonografien insgesamt als positiv bewerten.
Wie in unsere Studie dargestellt zeigte sich der positive Effekt auf das Lappenüberleben am deutlichsten bei der Verwendung der Dopplersonografie alle 2 Stunden.
Zu beachten ist hierbei, dass dieser Effekt nur bei Lappentransplantaten vom Bein beobachtet werden konnte (p=0.023).

6 Literaturverzeichnis

1. Taylor GI, Daniel RK. The Free Flap: Composite Tissue Transfer by Vascular Anastomosis. Australian and New Zealand Journal of Surgery. 1973;
2. Sigaux N, Philouze P, Boucher F, Jacquemart M, Frobert P, Breton P. Efficacy of the postoperative management after microsurgical free tissue transfer. Vol. 118, Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery. Elsevier Masson SAS; 2017. p. 173–7.
3. Hölzle F, Mohr C, Wolff KD. Reconstructive Oral and Maxillofacial Surgery. Deutsches Aerzteblatt Online. 2008 Nov 21;105(47):815–22.
4. Rendenbach C, Hölterhoff N, Hischke S, Kreutzer K, Smeets R, Assaf AT, et al. Free flap surgery in Europe: an interdisciplinary survey. Int J Oral Maxillofac Surg. 2018;
5. Huber L. Reconstruction of Head and Neck Defects after Cancer Surgery. Laryngorhinootologie. 2023 Nov 2;102(11):873–82.
6. Rettinger G, Guntinas-Lichius O. Plastisch-rekonstruktive Gesichtschirurgie. Laryngorhinootologie [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2024 Dec 30];98(10):745–50. Available from: http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/a-0954-7581
7. Bootz F, Preyer S. MIKROVASKULARE GEWEBETRANSPLANTATION ZUR PLASTISCHEN REKONSTRUKTION DES AUSSEREN KOPF-HALS-BEREICHES. Laryngorhinootologie. 1994;73(10):538–42.

8. Foster RD, Anthony JP, Sharma A, Pogrel MA. Vascularized bone flaps versus nonvascularized bone grafts for mandibular reconstruction: An outcome analysis of primary bony union and endosseous implant success. Head Neck. 1999 Jan 1;21(1):66–71.
9. Yue J, Zhuo S, Zhang H, Liu X, Zhang W. Long-term quality of life measured by the University of Washington QoL questionnaire (version 4) in patients with oral cancer treated with or without reconstruction with a microvascular free flap. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2018;
10. Eckardt A, Fokas K. Microsurgical reconstruction in the head and neck region: An 18-year experience with 500 consecutive cases. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2003 Aug 1;31(4):197–201.
11. Hölzle F, Kesting MR, Hölzle G, Watola A, Loeffelbein DJ, Ervens J, et al. Clinical outcome and patient satisfaction after mandibular reconstruction with free fibula flaps. Int J Oral Maxillofac Surg. 2007;
12. Chae MP, Rozen WM, Whitaker IS, Chubb D, Grinsell D, Ashton MW, et al. Current Evidence for Postoperative Monitoring of Microvascular Free Flaps: A Systematic Review. Ann Plast Surg. 2015;74(5):621–32.
13. Patel UA, Hernandez D, Shnayder Y, Wax MK, Hanasono MM, Hornig J, et al. Free Flap Reconstruction Monitoring Techniques and Frequency in the Era of Restricted Resident Work Hours. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2017 Aug 1;143(8):803–9.
14. Novakovic D, Patel RS, Goldstein DP, Gullane PJ. Salvage of failed free flaps used in head and neck reconstruction. Vol. 1, Head & neck oncology. BioMed Central; 2009. p. 33.
15. Bui DT, Cordeiro PG, Hu QY, Disa JJ, Pusic A, Mehrara BJ. Free flap reexploration: Indications, treatment, and outcomes in 1193 free flaps. Plast Reconstr Surg. 2007;119(7):2092–100.
16. Mirzabeigi MN, Wang T, Kovach SJ, Taylor JA, Serletti JM, Wu LC. Free flap take-back following postoperative microvascular compromise: Predicting salvage versus failure. Plast Reconstr Surg. 2012;130(3):579–89.
17. Song Y guang, Chen G zhang, Song Y liang. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery. Br J Plast Surg. 1984;37(2):149–59.
18. Graboyes EM, Hornig JD. Evolution of the anterolateral thigh free flap. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2017 Oct 1;25(5):416–21.
19. Oranges CM, Ling B, Tremp M, Wettstein R, Kalbermatten DF, Schaefer DJ. Comparison of anterolateral thigh and radial forearm free flaps in head and neck reconstruction. In Vivo (Brooklyn). 2018 Jul 1;32(4):893–7.

20. Loreti A, Di Lella G, Vetrano S, Tedaldi M, Dell'Osso A, Poladas G. Thinned Anterolateral Thigh Cutaneous Flap and Radial Fasciocutaneous Forearm Flap for Reconstruction of Oral Defects: Comparison of Donor Site Morbidity. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2008 Jun 1;66(6):1093–8.
21. Langer S, Steinsträßer L, Lehnhardt M, Strack N, Steinau HU, Daigeler A, et al. Anterolateral thigh flaps for reconstruction of traumatological and oncological defects. Unfallchirurg. 2008 Apr 30;111(5):323–30.
22. Hauck T, Horch RE, Schmitz M, Arkudas A. Secondary breast reconstruction after mastectomy using the DIEP flap. Surg Oncol. 2018 Sep 1;27(3):513.
23. Granzow JW, Levine JL, Chiu ES, Allen RJ. Breast reconstruction with the deep inferior epigastric perforator flap: History and an update on current technique. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2006 Jun 1;59(6):571–9.
24. Hölzle F, Mohr C, Wolff KD. Reconstructive Oral and Maxillofacial Surgery. Deutsches Aerzteblatt Online. 2008 Nov 21;105(47):815–22.
25. Lpez-Arcas JM, Arias J, Del Castillo JL, Burgueo M, Navarro I, Morn MJ, et al. The fibula osteomyocutaneous flap for mandible reconstruction: A 15-year experience. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2010 Oct 1;68(10):2377–84.
26. Wechselberger G, Schubert HM, Schoeller T. Der freie Musculus-gracilis-Lappen zur Weichteildefektdeckung. Oper Orthop Traumatol. 2008;(2).
27. Calotta NA, Pedreira R, Gene Deune E. The Gracilis Free Flap Is a Viable Option for Large Extremity Wounds. Ann Plast Surg. 2018 Sep 1;81(3):322–6.
28. Bodin F, Bruant-Rodier C, Ruffenach L, Dissaux C. Breast reconstruction with free flap of gracilis. Annales de Chirurgie Plastique Esthetique. 2018 Nov 1;63(5–6):486–97.
29. Bootz F, Lenarz T. Rekonstruktionen im Kopf-Hals-Bereich mit Hilfe des freien Latissimus dorsi Lappens*. 1991.
30. Horn D, Jonas R, Engel M, Freier K, Hoffmann J, Freudlsperger C. A comparison of free anterolateral thigh and latissimus dorsi flaps in soft tissue reconstruction of extensive defects in the head and neck region. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2014 Dec 1;42(8):1551–6.
31. Jefferson GD. Free Tissue Transfer in the Head and Neck, Complications. In: Encyclopedia of Otolaryngology, Head and Neck Surgery. Springer Berlin Heidelberg; 2013. p. 975–7.
32. Smith RB, Sniezek JC, Weed DT, Wax MK. Utilization of free tissue transfer in head and neck surgery. Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 2007;137(2):182–91.
33. Saijo M. The vascular territories of the dorsal trunk: A reappraisal for potential flap donor sites. Br J Plast Surg. 1978 Jul 1;31(3):200–4.

34. Swartz WM, Banis JC, Newton ED, Ramasastry SS, Jones NF, Acland R. The osteocutaneous scapular flap for mandibular and maxillary reconstruction. Plast Reconstr Surg. 1986;77(4):530–45.
35. Smith RB, Henstrom DK, Karnell LH, Chang KC, Goldstein DP, Funk GF. Scapula osteocutaneous free flap reconstruction of the head and neck: Impact of flap choice on surgical and medical complications. Vol. 29, Head and Neck. 2007. p. 446–52.
36. Mitsimponas KT, Iliopoulos C, Stockmann P, Bumiller L, Nkenke E, Neukam FW, et al. The free scapular/parascapular flap as a reliable method of reconstruction in the head and neck region: A retrospective analysis of 130 reconstructions performed over a period of 5 years in a single Department. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2014;42(5):536–43.
37. Urken ML, Weinberg H, Buchbinder D, Moscoso JF, Lawson W, Catalano PJ, et al. Microvascular Free Flaps in Head and Neck Reconstruction: Report of 200 Cases and Review of Complications. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1994 Jun 1;120(6):633–40.
38. Song X meng, Ye J hai, Yuan Y, Zhang S yue, Jiang H bing, Wu Y nong. Radial Forearm Free Flap for Reconstruction of a Large Defect after Radical Ablation of Carcinoma of the Tongue and Floor of the Mouth: Some New Modifications. ORL. 2010 Jun;72(2):106–12.
39. Kesting MR, Hölzle F, Wales C, Steinstraesser L, Wagenpfeil S, Mücke T, et al. Microsurgical reconstruction of the oral cavity with free flaps from the anterolateral thigh and the radial forearm: A comparison of perioperative data from 161 cases. Ann Surg Oncol. 2011 Jul 11;18(7):1988–94.
40. Mühlbauer WMD, Herndl EMD, Stock WMD. The forearm flap. Plast Reconstr Surg. 1982 Jan;70(3):336–42.
41. Soutar DS, Scheker LR, Tanner NSB, McGregor IA. The radial forearm flap: a versatile method for intra-oral reconstruction. Br J Plast Surg. 1983 Jan 1;36(1):1–8.
42. Russe E, Kholosy H, Weitgasser L, Brandstetter M, Traintinger H, Neureiter J, et al. Autologous fat grafting for enhancement of breast reconstruction with a transverse myocutaneous gracilis flap: A cohort study. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2018 Nov 1;71(11):1557–62.
43. Calabrese L, Saito A, Navach V, Bruschini R, Saito N, Zurlo V, et al. Tongue reconstruction with the gracilis myocutaneous free flap. Microsurgery. 2011 Jul;31(5):355–9.
44. Fattah A, Figus A, Mathur B, Ramakrishnan V V. The transverse myocutaneous gracilis flap: technical refinements. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2010 Feb;63(2):305–13.

45. Del Frari B, Schoeller T, Wechselberger G. Reconstruction of large head and neck deformities: Experience with free gracilis muscle and myocutaneous flaps. Microsurgery. 2010;30(3):192–8.
46. Nickl S, Nedomansky J, Radtke C, Haslik W, Schroegendorfer KF. Optimization of breast reconstruction results using TMG flap in 30 cases: Evaluation of several refinements addressing flap design, shaping techniques, and reduction of donor site morbidity. Microsurgery. 2018 Jul 1;38(5):489–97.
47. Vincent A, Sawhney R, Ducic Y. Perioperative Care of Free Flap Patients. Semin Plast Surg. 2019;33(1):5–12.
48. Kim HJ, Kim EJ, Lee HJ, Min JY, Kim TW, Choi EC, et al. Effect of goal-directed haemodynamic therapy in free flap reconstruction for head and neck cancer. Acta Anaesthesiol Scand. 2018;62(7):903–14.
49. Karamanos E, Walker R, Wang HT, Shah AR. Perioperative Fluid Resuscitation in Free Flap Breast Reconstruction: When Is Enough Enough? Plast Reconstr Surg Glob Open [Internet]. 2020 Mar [cited 2022 Feb 8];8(3):e2662. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32537330
50. Dort JC, Farwell DG, Findlay M, Huber GF, Kerr P, Shea-Budgell MA, et al. Optimal Perioperative Care in Major Head and Neck Cancer Surgery With Free Flap Reconstruction: A Consensus Review and Recommendations From the Enhanced Recovery After Surgery Society. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2017 Mar 1;143(3):292–303.
51. Ettinger KS, Arce K, Lohse CM, Peck BW, Reiland MD, Bezak BJ, et al. Higher perioperative fluid administration is associated with increased rates of complications following head and neck microvascular reconstruction with fibular free flaps. Microsurgery. 2017 Feb 1;37(2):128–36.
52. Shen AY, Lonie S, Lim K, Farthing H, Hunter-Smith DJ, Rozen WM. Free Flap Monitoring, Salvage, and Failure Timing: A Systematic Review. J Reconstr Microsurg. 2021;37:300–8.
53. Goodstein WA, Buncke HJ. Patterns of vascular anastomoses vs. success of free groin flap transfers. Plast Reconstr Surg. 1979;64(1):37–40.
54. Kovatch KJ, Hanks JE, Stevens JR, Stucken CL. Current practices in microvascular reconstruction in otolaryngology–head and neck surgery. Laryngoscope. 2019 Jan 1;129(1):138–45.
55. Durnig P, Meier M, Reichert B. Monitoring bei freien lappenplastiken und replantationen. Eine bestandsaufnahme im deutschsprachigen raum. Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie. 2008 Dec;40(6):392–9.

56. Barton BM, Riley CA, Fitzpatrick JC, Hasney CP, Moore BA, Mccoul ED. Postoperative Anticoagulation After Free Flap Reconstruction for Head and Neck Cancer: A Systematic Review. [cited 2021 Apr 22]; Available from: www.laryngoscope.com.]
57. Spiegel JH, Polat JK. Microvascular flap reconstruction by otolaryngologists: prevalence, postoperative care, and monitoring techniques. Laryngoscope. 2007 Mar;117(3):485–90.
58. Barton BM, Riley CA, Fitzpatrick JC, Hasney CP, Moore BA, Mccoul ED. Postoperative Anticoagulation After Free Flap Reconstruction for Head and Neck Cancer: A Systematic Review.
59. Eley KA, Parker RJ, Watt-Smith SR. Low molecular weight heparin in patients undergoing free tissue transfer following head and neck ablative surgery: review of efficacy and associated complications. Br J Oral Maxillofac Surg. 2013 Oct;51(7):610–4.
60. Marsh M, Elliott S, Anand R, Brennan PA. Early postoperative care for free flap head & neck reconstructive surgery-a national survey of practice. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2009;47:182–5.
61. Bertelsen C, Hur K, Nurimba M, Choi J, Acevedo JR, Jackanich A, et al. Enhanced Recovery After Surgery–Based Perioperative Protocol for Head and Neck Free Flap Reconstruction. OTO Open. 2020;4(2).
62. Torabi S, Overbeek R, Dusse F, Stoll SE, Schroeder C, Zinser M, et al. Impact of perioperative anticoagulation management on free flap survival in reconstructive surgery: a retrospective analysis. BMC Anesthesiology 2025 25:1 [Internet]. 2025 Feb 26 [cited 2025 Mar 1];25(1):1–9. Available from: https://link.springer.com/articles/10.1186/s12871-025-02975-6
63. Lin Y, He JF, Zhang X, Wang HM. Intraoperative factors associated with free flap failure in the head and neck region: a four-year retrospective study of 216 patients and review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2024 Aug 9];48(4):447–51. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30195457/
64. Walia A, Lee JJ, Jackson RS, Hardi AC, Bollig CA, Graboyes EM, et al. Management of Flap Failure After Head and Neck Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States). 2022 Aug 1;167(2):224–35.
65. Rendenbach C, Hölterhoff N, Hischke S, Kreutzer K, Smeets R, Assaf AT, et al. Free flap surgery in Europe: an interdisciplinary survey. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2018 May 1 [cited 2024 Sep 1];47(5):676–82. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29275838/

66. Zhou W, Zhang WB, Yu Y, Wang Y, Mao C, Guo CB, et al. Risk factors for free flap failure: a retrospective analysis of 881 free flaps for head and neck defect reconstruction. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2024 Sep 1];46(8):941–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28416356/
67. Las DE, De Jong T, Zuidam JM, Verweij NM, Hovius SER, Mureau MAM. Identification of independent risk factors for flap failure: A retrospective analysis of 1530 free flaps for breast, head and neck and extremity reconstruction. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2016 Jul 1;69(7):894–906.
68. Marttila E, Thorén H, Törnwall J, Viitikko A, Wilkman T. Complications and loss of free flaps after reconstructions for oral cancer. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery [Internet]. 2018;56(9):835–40. Available from: https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2018.09.005
69. Eckardt A, Fokas K. Microsurgical reconstruction in the head and neck region: An 18-year experience with 500 consecutive cases. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. 2003 Aug 1;31(4):197–201.
70. Smith RB, Sniezek JC, Weed DT, Wax MK. Utilization of free tissue transfer in head and neck surgery. Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 2007;137(2):182–91.
71. Serra PL, Boriani F, Khan U, Atzeni M, Figus A. Rate of Free Flap Failure and Return to the Operating Room in Lower Limb Reconstruction: A Systematic Review. J Clin Med [Internet]. 2024 Jul 23 [cited 2024 Sep 1];13(15). Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39124562
72. Ettinger KS, Arce K, Lohse CM, Peck BW, Reiland MD, Bezak BJ, et al. Higher perioperative fluid administration is associated with increased rates of complications following head and neck microvascular reconstruction with fibular free flaps. Microsurgery. 2017 Feb 1;37(2):128–36.
73. Dooley BJ, Karassawa Zanoni D, Mcgill MR, Awad MI, Shah JP, Wong RJ, et al. Intraoperative and postanesthesia care unit fluid administration as risk factors for postoperative complications in patients with head and neck cancer undergoing free tissue transfer. Head Neck [Internet]. 2020 Jan 1 [cited 2024 Jan 26];42(1):14–24. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31593349/
74. Wax MK, Azzi J. Perioperative considerations in free flap surgery: A review of pressors and anticoagulation. Oral Oncol [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2024 Nov 26];83:154–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30098772/
75. Wang C, Liufu N, Ji F, Han Z, Liu Z, Cao M. Risk factors associated with postoperative complications following free flap reconstruction of head and neck defects. J Stomatol Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Aug 9];123(6):e894–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34971838/

76. Salama AR, McClure SA, Ord RA, Pazoki AE. Free-flap failures and complications in an American oral and maxillofacial surgery unit. Int J Oral Maxillofac Surg. 2009 Oct;38(10):1048–51.
77. Mücke T, Ritschl LM, Roth M, Güll FD, Rau A, Grill S, et al. Predictors of free flap loss in the head and neck region: A four-year retrospective study with 451 microvascular transplants at a single centre. Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 22];44(9):1292–8. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jcms.2016.04.029
78. Las DE, De Jong T, Zuidam JM, Verweij NM, Hovius SER, Mureau MAM. Identification of independent risk factors for flap failure: A retrospective analysis of 1530 free flaps for breast, head and neck and extremity reconstruction. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2016;69(7):894–906.
79. Johnson DE, Burtness B, Leemans CR, Lui VWY, Bauman JE, Grandis JR. Head and neck squamous cell carcinoma. Nat Rev Dis Primers [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2025 Jan 3];6(1):92. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7944998/
80. Wong AK, Nguyen TJ, Peric M, Shahabi A, Vidar EN, Hwang BH, et al. Analysis of risk factors associated with microvascular free flap failure using a multi-institutional database. Microsurgery [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2025 Jan 3];35(1):6–12. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24431159/
81. Valentini V, Cassoni A, Marianetti TM, Mitro V, Gennaro P, Ialongo C, et al. Diabetes as main risk factor in head and neck reconstructive surgery with free flaps. Journal of Craniofacial Surgery [Internet]. 2008 Jul [cited 2025 Jan 3];19(4):1080–4. Available from: https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/fulltext/2008/07000/diabetes_as_main_risk_factor_in_head_and_neck.37.aspx
82. Üstün GG, Kaplan GO, Sert G, Uzun H. Flap loss in head and neck reconstruction: Is there a singular cause for failure? Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2024 Apr 1;91:353–9.
83. Mücke T, Ritschl LM, Roth M, Güll FD, Rau A, Grill S, et al. Predictors of free flap loss in the head and neck region: A four-year retrospective study with 451 microvascular transplants at a single centre. J Craniomaxillofac Surg [Internet]. 2016 [cited 2025 Jan 3];44(9):1292–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27527675/
84. Guo K, Xiao W, Chen X, Zhao Z, Lin Y, Chen G. Epidemiological Trends of Head and Neck Cancer: A Population-Based Study. Biomed Res Int [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2025 Aug 2];2021(1):1738932. Available from: /doi/pdf/10.1155/2021/1738932

85. Wang C, Fu G, Liu F, Liu L, Cao M. Perioperative risk factors that predict complications of radial forearm free flaps in oral and maxillofacial reconstruction. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2018;56(6):514–9.
86. Yu JW, Chu JJ, Franck P, Polanco TO, Shamsunder MG, Teven CM, et al. Outcomes and Perioperative Risk Factors after Oncologic Free-Flap Scalp Reconstruction. J Reconstr Microsurg [Internet]. 2022 Jan 4 [cited 2025 Jan 11];39(7):565–72. Available from: http://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/a-2004-0196
87. Bozikov K, Arnez ZM. Factors predicting free flap complications in head and neck reconstruction. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2006 Jul 1;59(7):737–42.
88. Benanti E, Starnoni M, Spaggiari A, Pinelli M, De Santis G. Objective Selection Criteria between ALT and Radial Forearm Flap in Oral Soft Tissues Reconstruction. Indian J Plast Surg [Internet]. 2019 [cited 2025 Jan 18];52(2):166–70. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31602131/
89. Granzow JW, Levine JL, Chiu ES, Allen RJ. Breast reconstruction with the deep inferior epigastric perforator flap: History and an update on current technique. Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2006 Jun 1;59(6):571–9.
90. Lpez-Arcas JM, Arias J, Del Castillo JL, Burgueo M, Navarro I, Morn MJ, et al. The fibula osteomyocutaneous flap for mandible reconstruction: A 15-year experience. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2010 Oct 1;68(10):2377–84.
91. Koster ITS, Borgdorff MP, Jamaludin FS, de Jong T, Botman M, Driessen C. Strategies Following Free Flap Failure in Lower Extremity Trauma: A Systematic Review. JPRAS Open [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2024 Sep 1];36:94–104. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37215686/
92. Kwok AC, Agarwal JP. An analysis of free flap failure using the ACS NSQIP database. Does flap site and flap type matter? Microsurgery [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2025 Jan 18];37(6):531–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27714840/
93. Üstün GG, Kaplan GO, Sert G, Uzun H. Flap loss in head and neck reconstruction: Is there a singular cause for failure? Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. 2024;91:353–9.
94. Bollig CA, Walia A, Pipkorn P, Jackson R, Puram S V., Rich JT, et al. Perioperative Outcomes in Patients Who Underwent Fibula, Osteocutaneous Radial Forearm, and Scapula Free Flaps: A Multicenter Study. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Nov 26];148(10):965–72. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36074455/
95. Wong AK, Nguyen TJ, Peric M, Shahabi A, Vidar EN, Hwang BH, et al. Analysis of risk factors associated with microvascular free flap failure using a multi-institutional

database. Microsurgery [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2024 Nov 26];35(1):6–12. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24431159/

96. Offodile AC, Aherrera A, Wenger J, Rajab TK, Guo L. Impact of increasing operative time on the incidence of early failure and complications following free tissue transfer? A risk factor analysis of 2,008 patients from the ACS-NSQIP database. Microsurgery. 2017 Jan 1;37(1):12–20.
97. Tomic J, Starke V, Wallner J, Zemann W, Gary T, Pau M. Heparin regimes in head and neck cancer flap surgery: A retrospective cohort study of free flap complications graded by Clavien-Dindo. Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery. 2023;51:1010–5182.
98. Wax MK, Azzi J. Perioperative considerations in free flap surgery: A review of pressors and anticoagulation. Oral Oncol [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2024 Nov 26];83:154–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30098772/
99. Kurzlehrbuch Pharmakologie und Toxikologie. Kurzlehrbuch Pharmakologie und Toxikologie. 2024 Jul 10;
100. Rothweiler RE, Gerlach V, Poxleitner P, Ermer M, Gross C, Schwer C, et al. Aspirin, heparin and ischemia time in microvascular free flap surgery - their influence and an optimal anticoagulation protocol. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2022;123:e556–62.
101. Dawoud BES, Kent S, Tabbenor O, Markose G, Java K, Kyzas P. Does anticoagulation improve outcomes of microvascular free flap reconstruction following head and neck surgery: a systematic review and meta-analysis. Br J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2024 Nov 26];60(10):1292–302. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36328862/
102. Couteau C, Rem K, Guillier D, Moris V, Revol M, Cristofari S. Improving free-flap survival using intra-operative heparin: Ritualistic practice or evidence-base medicine? A systematic review. Ann Chir Plast Esthet [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2025 Jan 19];63(3):e1–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29030029/
103. Rothweiler RE, Gerlach V, Poxleitner P, Ermer M, Gross C, Schwer C, et al. Aspirin, heparin and ischemia time in microvascular free flap surgery - their influence and an optimal anticoagulation protocol. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2022;123:e556–62.
104. Chien W, Varvares MA, Hadlock T, Cheney M, Deschler DG. Effects of aspirin and low-dose heparin in head and neck reconstruction using microvascular free flaps. Laryngoscope. 2005 Jun;115(6):973–6.
105. Pan XL, Chen GX, Shao HW, Han CM, Zhang LP, Zhi LZ. Effect of heparin on prevention of flap loss in microsurgical free flap transfer: A meta-analysis. PLoS One. 2014;9(4).

106. Tomic J, Starke V, Wallner J, Zemann W, Gary T, Pau M. Heparin regimes in head and neck cancer flap surgery: A retrospective cohort study of free flap complications graded by Clavien-Dindo. Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery. 2023;51:1010–5182.
107. Dawoud BES, Kent S, Tabbenor O, Markose G, Java K, Kyzas P. Does anticoagulation improve outcomes of microvascular free flap reconstruction following head and neck surgery: a systematic review and meta-analysis. Br J Oral Maxillofac Surg. 2022;60(10):1292–302.
108. Crawley MB, Sweeny L, Ravipati P, Heffelfinger R, Krein H, Luginbuhl A, et al. Factors Associated with Free Flap Failures in Head and Neck Reconstruction. Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States). 2019 Oct 1;161(4):598–604.
109. Biermann N, Chak JC, Wiesmeier A, Klein SM, Ruewe M, Spoerl S, et al. Evidence-Based Approaches to Anticoagulation in Reconstructive Microsurgery-A Systematic Literature Review. Life (Basel) [Internet]. 2024 Jan 3 [cited 2025 Jan 19];14(1). Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38255697
110. Ashjian P, Chen CM, Pusic A, Disa JJ, Cordeiro PG, Mehrara BJ. The effect of postoperative anticoagulation on microvascular thrombosis. Ann Plast Surg [Internet]. 2007 Jul [cited 2024 Jan 28];59(1):36–9. Available from: https://journals.lww.com/annalsplasticsurgery/fulltext/2007/07000/the_effect_of_postoperative_anticoagulation_on.8.aspx
111. Ekin Y, Günüşen İ, Yakut Özdemir Ö, Tiftikçioğlu YÖ. Effect of Coagulation Status and Co-Morbidity on Flap Success and Complications in Patients with Reconstructed Free Flap. Turk J Anaesthesiol Reanim [Internet]. 2019 Apr 1 [cited 2025 Mar 1];47(2):98. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6499041/
112. Sievert M, Goncalves M, Tamse R, Mueller SK, Koch M, Gostian AO, et al. Postoperative management of antithrombotic medication in microvascular head and neck reconstruction: a comparative analysis of unfractionated and low-molecular-weight heparin. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology [Internet]. 2021 May 1 [cited 2025 Mar 1];278(5):1567–75. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00405-020-06219-w
113. Rothweiler RE, Gerlach V, Poxleitner P, Ermer M, Gross C, Schwer C, et al. Aspirin, heparin and ischemia time in microvascular free flap surgery - their influence and an optimal anticoagulation protocol. J Stomatol Oral Maxillofac Surg. 2022;123:e556–62.
114. Kalmar CL, Drolet BC, Kassis S, Thayer WP, Higdon KK, Perdikis G. Breast Reconstruction Free Flap Failure: Does Platelet Count Matter? Ann Plast Surg [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2024 Nov 26];89(5):523–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36279577/

115. Barton BM, Riley CA, Fitzpatrick JC, Hasney CP, Moore BA, McCoul ED. Postoperative anticoagulation after free flap reconstruction for head and neck cancer: A systematic review. Laryngoscope [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Jan 28];128(2):412–21. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/lary.26703
116. Al Saied G, Almutairi HM, Alharbi Y, Almohanna M, Almutairi A. Comparison Between the Impact of Vasopressors and Goal-Directed Fluid Therapy on the Management of Free Flap Reconstruction of Head and Neck and Monitoring in ICU. Cureus [Internet]. 2020 Dec 16 [cited 2024 Nov 26];12(12):e12108. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33489525
117. Hand WR, Stoll WD, McEvoy MD, McSwain JR, Sealy CD, Skoner JM, et al. Intraoperative goal-directed hemodynamic management in free tissue transfer for head and neck cancer. Head Neck [Internet]. 2016 Apr 1 [cited 2021 Apr 22];38(S1):E1974–80. Available from: http://doi.wiley.com/10.1002/hed.24362
118. Al Saied G, Almutairi HM, Alharbi Y, Almohanna M, Almutairi A. Comparison Between the Impact of Vasopressors and Goal-Directed Fluid Therapy on the Management of Free Flap Reconstruction of Head and Neck and Monitoring in ICU. Cureus. 2020;12(12):e12108.
119. Burkhard JP, Pfister J, Giger R, Huber M, Lädrach C, Waser M, et al. Perioperative predictors of early surgical revision and flap-related complications after microvascular free tissue transfer in head and neck reconstructions: a retrospective observational series. Clin Oral Investig [Internet]. 2021 Sep 1 [cited 2024 Nov 26];25(9):5541–50. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33686470/
120. Dooley BJ, Karassawa Zanoni D, Mcgill MR, Awad MI, Shah JP, Wong RJ, et al. Intraoperative and postanesthesia care unit fluid administration as risk factors for postoperative complications in patients with head and neck cancer undergoing free tissue transfer. Head Neck. 2020;42(1):14–24.
121. Dooley BJ, Karassawa Zanoni D, Mcgill MR, Awad MI, Shah JP, Wong RJ, et al. Intraoperative and postanesthesia care unit fluid administration as risk factors for postoperative complications in patients with head and neck cancer undergoing free tissue transfer. Head Neck. 2020;42(1):14–24.
122. Kim HJ, Kim EJ, Lee HJ, Min JY, Kim TW, Choi EC, et al. Effect of goal-directed haemodynamic therapy in free flap reconstruction for head and neck cancer. Acta Anaesthesiol Scand. 2018 Aug 1;62(7):903–14.
123. Clemens MW, Hanson SE, Rao S, Truong A, Liu J, Yu P. Rapid awakening protocol in complex head and neck reconstruction. Head Neck [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2024

Dec 30];37(4):464–70. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hed.23623

124. Mosquera C, Velazquez R, Weyh AM, Cass T, Angulo J, Ramirez CA. Risk factors for prolonged postoperative mechanical ventilation following head and neck microvascular free flap reconstruction and its association with patient outcomes. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2025 Sep 1 [cited 2025 Aug 20];54(9):809–15. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40204570/
125. Zhou W, Zhang WB, Yu Y, Wang Y, Mao C, Guo CB, et al. Are antithrombotic agents necessary for head and neck microvascular surgery? Int J Oral Maxillofac Surg. 2019 Jul 1;48(7):869–74.
126. Rendenbach C, Hölterhoff N, Hischke S, Kreutzer K, Smeets R, Assaf AT, et al. Free flap surgery in Europe: an interdisciplinary survey. Int J Oral Maxillofac Surg. 2018;
127. C Hosein R, Cornejo A, T Wang H. Postoperative monitoring of free flap reconstruction: A comparison of external Doppler ultrasonography and the implantable Doppler probe. Plast Surg (Oakv) [Internet]. 2016 [cited 2025 Mar 16];24(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27054132/
128. Lohman RF, Langevin CJ, Bozkurt M, Kundu N, Djohan R. A prospective analysis of free flap monitoring techniques: Physical examination, external doppler, implantable doppler, and tissue oximetry. J Reconstr Microsurg [Internet]. 2013 [cited 2025 Mar 16];29(1):51–6. Available from: http://dx.doi.org/

7 Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorerkrankungen

Abbildung 2: Lappentypen

Abbildung 3: Defektarten

Abbildung 4: Diagnose

Abbildung 5: Defektlokalisation

Abbildung 6 : Hämoglobin postoperativ

Abbildung 7: Thrombozyten postoperativ

Abbildung 8: PTT

Abbildung 9: Antikoagulation

Abbildung 10: Komplikation

Abbildung 11: Weichgewebsdefekte und Lappenverlust

Abbildung 12: Lappentyp Arm und Heparin

Abbildung 13: Lappentyp Bein und Dopplerhäufigkeit

Abbildung 14: Weichgewebsdefekt und Dopplerhäufigkeit

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einschluss und Ausschlusskriterien

Tabelle 2: Verteilung der Geschlechter

Tabelle 3: Neck-Dissection

Tabelle 4: Heparin intraoperativ

Tabelle 5: arterielles Ereignis im Zusammenhang mit den Lappentypen

Tabelle 6: log. Regressionsanalyse metrische Variablen

Tabelle 7: logistische Regressionsanalyse art. Ereignis, ven. Ereignis, Teilnekrose

Tabelle 8: Codierung der kategoriellen Variablen

Tabelle 9: multivariate Analyse sonstige Diagnose und Covariaten

Tabelle 10: multivariate Analyse Infektionsdiagnose und Covariaten

Tabelle 11: Multivariate Analyse Tumordiagnose und Covariaten

Tabelle 12: multivariate Analyse Heparin intraoperativ und Covariaten

Tabelle 13: multivariate Analyse art. Ereignis und Covariate

Tabelle 14: multivariate Analyse venöses Ereignis und Covariaten

Tabelle 15: multivariate Analyse Teilnekrose und Covariaten

8 Vorabveröffentlichung von Ergebnissen

Torabi S, Overbeek R, Dusse F, Stoll SE, Schroeder C, Zinser M, Zirk M. Impact of perioperative anticoagulation management on free flap survival in reconstructive surgery: a retrospective analysis. BMC Anesthesiol. 2025 Feb 26;25(1):106. doi: 10.1186/s12871-025-02975-6. PMID: 40012031; PMCID: PMC11863428.

Torabi S, Omuro PK, Overbeek R, Adam EH, Stoll SE, Kammerer T, Schroeder C, Zirk M, Steinbicker AU, Dusse F, Zinser M. Perioperative Predictors of Complications and Flap Loss in Microvascular Reconstructive Surgery: The Role of Fluid Balance, Crystalloid Administration and Operative Time. J Clin Med. 2026 Jul 10;15(14):5432. doi: 10.3390/jcm15145432. PMID: 42513346; PMCID: PMC13411073.